

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN TAHUN 2017



Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Merdeka Madiun

**PROSIDING**  
**Seminar Nasional Hasil Penelitian**  
**Tahun 2017**

Cetakan I, Januari 2017  
ISBN: 978-602-60398-3-5

**Dewan Penyunting:**

Prof. Dr. Ir. Praptiningsih Gamawati Adinurani, MS.  
Prof. Dr. Ir. Achmadi Susilo, MS.  
Dr. Subadi, SH, M.Hum.  
Dr. Ir. R. Wisnu Nurcahyo, M.Sc.  
Dr. Ir. Dwijoko Purbohadi, MT.  
Dr. Wuye Ria Andayanie, MP.  
Dr. Ir. I Gusti Bagus Udayana, M.Si.  
Dr. Ir. Wahidin Nuriana, MT.  
Dr. Novizar Nazir, M. Si.  
Dr. Dra. Tatik Mulyati, MM.  
Dr. Ir. Luluk Sulistiyo Budi, MP.

**Editor:**

Ir. Martin Lukito, M.Sc.  
Dra. RetnoIswati, M. Si.  
Ir. Rochidajah, MT.

Diterbitkan oleh:

Dialektika

Jl. Depokan II No 530 Peleman Rejowinangun

Kotagede Yogyakarta

Telp : (0274) 4436767, 0856 4345 5556

Email: [mitradialektika@gmail.com](mailto:mitradialektika@gmail.com)

[www.linkmedprojogja.com](http://www.linkmedprojogja.com)

Kerjasama dengan:

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Universitas Merdeka Madiun

Alamat: Jl. Serayu No. 79 Madiun

Tlp/Fax; (0351) 495551

Email: [lppm@unmer-madiun.ac.id](mailto:lppm@unmer-madiun.ac.id)

## KATA PENGANTAR

Pujisyukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena hanya atas ridlo dan karuniaNya dapat menyelesaikan penyusunan Prosiding Hasil Penelitian yang telah didesiminasikan pada Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat pada hari Sabtu, tanggal 21 Januari 2017, atas kerjasama antara LPPM Universitas Merdeka Madiun dengan Paguyupan LPPM se Jawa Timur Wilayah Barat.

Memperhatikan Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 106/PMK.02/2016 tentang Standar Biaya Keluaran Tahun Anggaran 2017, maka Seminar Nasional dan penerbitan Prosiding Hasil Penelitian ini, merupakan rangkaian untuk mentaati dan memenuhi amanat Peraturan Menteri Keuangan tersebut. Lebih dari itu, juga untuk meningkatkan kuantitas, kualitas dan luaran (*output*) hasil penelitian, serta dalam rangka meningkatkan kinerja penelitian di perguruan tinggi khususnya Universitas Merdeka Madiun dan perguruan tinggi sahabat yang bergabung dalam Paguyupan LPPM Jawa Timur wilayah barat.

Seminar Nasional dan penerbitan Prosiding Hasil Penelitian Tahun 2017 merupakan perwujudan dari tugas dan fungsi LPPM dalam memfasilitasi dosen sebagai peneliti untuk mendesiminasikan hasil-hasil penelitian atau riset yang telah dilaksanakan pada tahun anggaran 2015-2016 dan berasal dari berbagai disiplin ilmu, antara lain; Ilmu Teknik, Pertanian, Ekonomi, Sosial dan Humaniora, dan lain sebagainya.

Penyelenggaraan Seminar Nasional dan penerbitan Prosiding ini, merupakan tahapan penting terhadap kegiatan yang dilakukan oleh perguruan tinggi, maka pada kesempatan ini, ijin saya atas nama LPPM Universitas Merdeka Madiun selaku penyelenggara Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya kegiatan ini. Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Rektor Universitas Merdeka Madiun dan seluruh jajaran pimpinan, Prof. Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc. (Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kemenristekdikti), Dr. Ir. Wisnu Nurcahyo, M.Sc., Dr. Novisar Nasir, M.Si. (selaku pembicara utama), para pemakalah dan peserta dari berbagai perguruan tinggi, seluruh panitia dan staff panitia lainnya yang telah bekerja keras menyiapkan kegiatan seminar ini.

Akhirnya, mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan dalam penyelenggaraan seminar ini. Selamat berseminar.

Madiun, 21 Januari 2017

Ketua LPPM,

**Dr. Subadi, SH, M. Hum.**

NIDN. 0702036203



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	v

### bagian I

#### TEKNIK, DAN ILMU-ILMU EKSAKTA

<b>MEDIA PRESENTASI CERDAS BERBASIS CLOUD .....</b>	<b>1</b>
↳ <i>Arief Budiman, Joko Triono</i>	
<b>PENENTUAN LOKASI RAWAN KECELAKAAN MENGGUNAKAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEORAFIS PADA RUAS JALAN MAYJEND PANJAITAN KOTA MADIUN .....</b>	<b>11</b>
↳ <i>Moh Arif Bakhtiar E, Seno Aji</i>	
<b>ESTIMASI KANDUNGAN KARBON POHON MINDI (Melia azedarach, L) PENYUSUN HUTAN RAKYAT BERSERTIFIKAT SVLK .....</b>	<b>23</b>
↳ <i>Djoko Setyo Martono, Sri Rahayu</i>	
<b>DESAIN APLIKASI E-COMMERCE CUSTOMER TO CUSTOMER DENGAN COBIT 4.1 DOMAIN DECISION AND SUPPORT .....</b>	<b>31</b>
↳ <i>Fardiana Karuniawati, Dwi Nor Amadi</i>	
<b>STUDI DEFORMASI SUBGRADE TANAH LUNAK DI BAWAH PERKERASAN KAKU YANG DIPERKUAT KOLOM SOIL CEMENT .....</b>	<b>40</b>
↳ <i>Fendi Hary Yanto</i>	
<b>FAKTOR-FAKTOR PENDUKUNG KEPATUHAN ORANG DENGAN HIV AIDS (ODHA) DALAM MINUM OBAT ANTIRETROVIRAL.....</b>	<b>49</b>
↳ <i>Istikomah, Sudaryani, Dony Noerliani</i>	
<b>PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADI SAWAH ORGANIK MELALUI PENGATURAN WAKTU APLIKASI PUPUK HIJAU LEGUM TAHUNAN .....</b>	<b>63</b>
↳ <i>Marti Winarni, Prapto Yudono, Didik Indradewa, Bambang Hendro Sunarminto</i>	

<b>PENDUGAAN BIOMASSA DAN KANDUNGAN KARBON KAWASAN HUTAN RAKYAT WILAYAH KELOLAFOREST MANAGEMENT UNIT (FMU) LAWU MANUNGGAL .....</b>	<b>77</b>
<i>↳ Ahadiati Rohmatiah</i>	
<b>PEMANFAATAN LIMBAH SAND BLASTING SEBAGAI BAHAN AGREGAT HALUS PENGGANTI PASIR UNTUK PEMBUATAN BETON .....</b>	<b>94</b>
<i>↳ Seno Aji, Martana, Rosyid Kholilur Rohman</i>	
<b>SOSIALISASI PEMANFAATAN E-COMMERCE UNTUK USAHA KECIL MENENGAH DI DESA DOHO DOLOPO MADIUN.....</b>	<b>110</b>
<i>↳ Pradityo Utomo</i>	
<b>ANALISIS PENURUNAN SUBGRADE TANAH LUNAK DENGAN PREFABRICATED VERTIKALDRAIN (PVD) .....</b>	<b>123</b>
<i>↳ Fendi Hary Yanto, Muhammad Iqbal</i>	
<b>ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH EMBUNG KALIPIRING KOTA MADIUN .....</b>	<b>131</b>
<i>↳ Rosyid Kholilur Rohman</i>	
<b>METODE PEMBELAJARAN GERAKAN SHOLAT PADA PENDIDIKAN ANAK USIA DINI (PAUD) BERBASIS MULTIMEDIAA .....</b>	<b>140</b>
<i>↳ Sekreningsih Nita, Hani Atun Mumtahana, Sri Anardani</i>	
<b>PROSES DISTILASI ETANOL DENGAN MENGGUNAKAN KOLEKTOR SURYA PLAT DATAR.....</b>	<b>149</b>
<i>↳ Suryono Adi Waluyo, Aris Budi Harsanto</i>	
<b>PENGARUH PARTIKEL SERBUK KAYU JATI PADA MATERIAL KOMPOSIT DENGAN Matrik RESIN POLYESTER TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN DAYA SERAP AIR .....</b>	<b>157</b>
<i>↳ Sutrisno, Sutomo, Mustafa, Sigit Budhi Prasetyo</i>	
<b>MODEL SINGKRONISASI LAMPU LALU LINTAS DENGAN PERLINTASAN KERETA API .....</b>	<b>166</b>
<i>↳ Tomi Tristono, Setiyo Daru Cahyono, Sutomo, Pradityo Utomo</i>	
<b>KUALITAS HIDUP PENDERITA LUPUS DI KOTA MADIUN.....</b>	<b>178</b>
<i>↳ Vila Setyorini, Laurentius Purbo Christianto</i>	
<b>PEMANFAATAN SERAT DAUN NANAS (ANANAS COMASUS L.) SEBAGAI PENGUAT KOMPOSIT RESIN POLYESTER.....</b>	<b>187</b>
<i>↳ Wahidin Nuriana Rizqi Zubaidhi Ageng Wicaksono</i>	

<b>PLASMA NUTFAH TANAMAN UWI, KARUNIA TUHAN YANG HARUS DISELAMATKAN .....</b>	<b>194</b>
↳ <i>Wuryantoro, Ratna Mustika Wardhani,. Indah Rekyani</i>	
<b>APLIKASI BEKATUL KULIT BIJI KEDELAI (TITEN) DENGAN LIMBAH AMPAS KECAP (BUNGKIL) KULIT SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN HASIL JAMUR TIRAM PUTIH (PLEOTERUS OSTREATUS).....</b>	<b>208</b>
↳ <i>Sri Rahayu</i>	
<b>SERAPAN KARBONDIOKSIDA DENGAN PENDEKATAN BIOMASSA PADA HUTAN RAKYAT DI KECAMATAN KAWEDANAN KABUPATEN MAGETAN.....</b>	<b>219</b>
↳ <i>Martin Lukito, Ahadiati Rohmatiah</i>	
<b>PENDEKATAN SIKAP KERJA ERGONOMI PADA PEMINDANGAN IKAN .....</b>	<b>233</b>
↳ <i>Toto Noerasto I Gede Suranaya Pandit, I Wayan Wesna Astara</i>	
<b>PRODUK PINDANG DENGAN BAHAN BAKU YANG BERBEDA TERHADAP MUTU KIMIAWI, JUMLAH BAKTERI DAN ORGANOLEPTIK.....</b>	<b>242</b>
↳ <i>Pandit, I.G.S., Parwata, I. W., Sudiarta, I.W.</i>	

## bagian II

### EKONOMI, SOSIAL, DAN HUMANIORA

<b>PENGARUH PEMBERDAYAAN EKONOMI MASYARAKAT PESISIR TERHADAP KESEJAHTERAAN MASYARAKAT MELALUI MODAL SOSIAL DI KABUPATEN SITUBONDO .....</b>	<b>259</b>
↳ <i>Mohammad Yahya Arief</i>	
<b>ANALISIS PERSEPSI DAN SIKAP MASYARAKAT TERHADAP PENGEMBANGAN KAWASAN WISATA TELAGA NGBEL DI KABUPATEN PONOROGO .....</b>	<b>276</b>
↳ <i>Muhammad Imron, Hartirini Warnaningtyas, Dian Pratiwi</i>	
<b>IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK DEMOGRAFI DAN SOSIAL EKONOMI PADA MASYARAKAT DESA HUTAN .....</b>	<b>290</b>
↳ <i>Rindyah Hanafi, Mintarti Indartini</i>	
<b>ANALISIS PENINGKATAN PROGRAM BPU (BUKAN PENERIMA UPAH) BPJS KETENAGAKERJAAN TERHADAP PEKERJA INFORMAL DALAM MENCAPAI KETENANGAN BEKERJA .....</b>	<b>304</b>
↳ <i>Sri Sumarliani, Shanti Akhiriani, Sri Hastuti</i>	

<b>MODEL DETEKSI PRAKTIK MANAJEMEN LABA PADA PERBANKAN SYARIAH DI INDONESIA .....</b>	<b>312</b>
↳ <i>SITI SUHARNI, SYARIFAH RATIH KARTIKA SARI</i>	
<b>PENGARUH PERISTIWA PEMILU PRESIDEN DAN PENGUMUMAN KABINET TERHADAP SAHAM SEKTOR INDUSTRI DI BEI.....</b>	<b>324</b>
↳ <i>Siti Wardani Bakri Katti, Muhammad Imron</i>	
<b>SPIRITUAL LEADERSHIP DALAM MEREDUKSI TINGKAT STRES KERJA .....</b>	<b>335</b>
↳ <i>Mutmainah, Mintarti Indartini</i>	
<b>POTRET PARTISIPASI (SEMU) PUBLIK SEBAGAI PENGAMBILAN KEPUTUSAN REPRESENTATIF DALAM PENYUSUNAN APBD .....</b>	<b>344</b>
↳ <i>ML.Endang Edi Rahaju dan Nurharibnu Wibisono</i>	
<b>PEMBERDAYAAN EKONOMI PADA MASYARAKAT DESA HUTAN.....</b>	<b>353</b>
↳ <i>Mintarti Indartini, Rindyah Hanafi</i>	
<b>PEMODELAN MANAJEMEN RISIKO SEKTOR PUBLIK: PERSPEKTIF STAKEHODER .....</b>	<b>366</b>
↳ <i>Hery Hermawan, Indayati, Yogy Budi Yudawijaya</i>	
<b>MANAGEMENT DISFUNGSIONAL BEHAVIOUR PENGARUHNYA TERHADAP PERATAAN LABA .....</b>	<b>374</b>
↳ <i>Fatchur rochman, Siti Suharni, Yogy Budi Yudawijaya</i>	
<b>PERILAKU MEROKOK DITINJAU DARI PENGARUH KELOMPOK TEMAN SEBAYA DANPOLA ASUH PERMISIF PADA RAMAJA LAKI-LAKI DI SMAK BONAVENTURA MADIUN .....</b>	<b>386</b>
↳ <i>David Ary Wicaksono</i>	
<b>PENGARUH STRUKTUR MODAL TERHADAP PROFITABILITAS: STUDI PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR DI INDONESIA .....</b>	<b>394</b>
↳ <i>Dian Pratiwi, Hartirini Warnaningtyas</i>	
<b>GOVERNMENT SOCIAL RESPONSIBILITY (GSR) DALAM PENDEKATAN TRNSFORMASIONAL KEPENTINGAN RAKYAT, BAGI PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DAN PENANGANAN KEMISKINAN SOSIAL .....</b>	<b>404</b>
↳ <i>FX. SUDJATMOKO, NUR DEWI SETYOWATI</i>	
<b>MODEL PRESENTASI DENGAN INFRASTRUKTUR BERBASIS CLOUD UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIFITAS PERKULIAHAN.....</b>	<b>423</b>
↳ <i>Maria Magdalena Widianari, Arief Budiman</i>	



<b>STRATEGI KOMUNIKASI DALAM KEGIATAN SOSIALISASI KESEJAHTERAAN SOSIAL MASYARAKAT DESA SUGIHWARAS, KECAMATAN SARADAN, KABUPATEN MADIUN .....</b>	<b>435</b>
<i>↳ Zulin Nurchayati</i>	
<b>ASPEK TEORITIK DAN HUKUM PENGADAAN TANAH UNTUK KEGIATAN HULU MINYAK DAN GAS BUMI DI INDONESIA .....</b>	<b>446</b>
<i>↳ Yuni Purwati, Sigit Sapto Nugroho, Anik Tri Hariyani</i>	
<b>MODEL PENGELOLAAN TANAH BENGKOK/GANJARAN SEBAGAI KEKAYAAN ASET DESA MENUJU DESA MANDIRI .....</b>	<b>465</b>
<i>↳ Mudji Rahardjo, Krista Yitawati, Sigit Sapto Nugroho</i>	
<b>REORIENTASI PRINSIP-PRINSIP DAN ASAS-ASAS OTONOMI DAERAH SEBAGAI STRATEGI PERCEPATAN TERCAPAINYA KESEJAHTERAAN RAKYAT .....</b>	<b>478</b>
<i>↳ Moch. Juli Pudjiono, Subadi Bambang Sukarjono</i>	
<b>KONSEP CSR PT TELKOM MADIUN SEBAGAI WUJUD DARI PELAKSANAAN ETIKA BISNIS DAN UNDANG-UNDANG .....</b>	<b>490</b>
<i>↳ Krista Yitawati, Anik Tri Haryani, Angga Pramodya P</i>	
<b>SEWA-MENYEWAWA TANAH UNTUK KEGIATAN HULU MINYAK DAN GAS BUMI OLEH INVESTOR ASING YANG BERPIHAK PADA RAKYAT.....</b>	<b>498</b>
<i>↳ Hirman, dan Alwi Wahyudi</i>	
<b>ASPEK HUKUM PENGUASAAN TANAH OLEH ORANG ASING DI DAERAH WISATA PANTAI WATU KARUNG KABUPATEN PACITAN.....</b>	<b>518</b>
<i>↳ Heri Sumanto, Suhariyanto</i>	
<b>MODEL PENGUATAN HUKUM MEREK TERHADAP USAHA EKONOMI KREATIF BATIK PRING SEDAPUR SEBAGAI BATIK KHAS KAB. MAGETAN .....</b>	<b>527</b>
<i>↳ Endro Martono, Nur Dewi Setyowati, Anik Tri Haryani</i>	
<b>MODUS PEREDARAN, PENYALAHGUNAAN MARKOBA DAN UPAYA MENCEGAHAN SERTA PENANGGULANGAN DI LEMBAGA PEMASYARAKATAN KELAS I MADIUN.....</b>	<b>540</b>
<i>↳ Bambang Sukarjono, Moch. Juli Pudjiono</i>	
<b>MEWUJUDKAN PELAYANAN PUBLIK BERBASIS KEPUASAAN PELANGGAN ...</b>	<b>550</b>
<i>↳ Bambang Martin Baru, Sudjatmoko</i>	
<b>MODEL STRATEGI PROMOSI KESENIAN TRADISIONAL DONGKREK SEBAGAI UPAYA OPTIMALISASI PELESTARIAN BUDAYA LOKAL DALAM MEWUJUDKAN IKON PARIWISATA KABUPATEN MADIUN.....</b>	<b>566</b>
<i>↳ Bambang Sulistiono</i>	

<b>TANGGUNG JAWAB SOSIAL BANK MUAMALAT INDONESIA DALAM PERSPEKTIF <i>SHARIAH ENTERPRISE THEORY</i>.....</b>	<b>580</b>
↳ <i>Arini Wildaniyati, Syarifah Ratih Kartika Sari</i>	
<b>MODEL EFEKTIVITAS PENANGGULANGAN KEMISKINAN DALAM PROGRAM PENYELAMATAN / PERLINDUNGAN SOSIAL (<i>RESCUE</i>) DI KAWASAN JATIPANGAWITAN KABUPATEN NGAWI.....</b>	<b>590</b>
↳ <i>Endang Murti, Agus Wiyaka</i>	
<b>MEWUJUDKAN TATA PEMERINTAHAN YANG BAIK (<i>GOOD GOVERNANCE</i>) MELALUI PENGUATAN BUDAYA BIROKRASI, DAN LEMBAGA KEMASYARAKATAN .....</b>	<b>606</b>
↳ <i>Harianto , Bambang Martin Baru</i>	

# PROSIDING

SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN



BAGIAN I  
TEKNIK, DAN ILMU-ILMU EKSAKTA

UNIVERSITAS MERDEKA MADIUN  
2017



# MEDIA PRESENTASI CERDAS BERBASIS CLOUD

Arief Budiman<sup>1)</sup>, Joko Triono<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
email : arief@unmer-madiun.ac.id

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
email : jokotriono@unmer-madiun.ac.id

## Abstract

2011 was the beginning a new era technology cloud based computing or who often called with cloud computing, where there were some several providers who were quite popular namely Dropbox , google drive, icloud, and SkyDrive. Along with the rapid progress in cloud technology, this could be used as a solution to the institution for the dissemination of presentation material without having dependence about the limitation of storage media, must always be brought, and could be accessed anytime and anywhere. In this research develop presentation application based on cloud infrastructure and cloud storage to store the presentation material. And for the cloud server used small CPU namely Raspberry Pi, and for client CPU at the classroom used the same device. To access the presentation application or accessing the presentation material both lecturers and students could use a laptop, smartphone, tablet, or Raspberry client in the classroom, as long as connected to the network. The application developed with HTML 5 programming language and cloud server with Raspbian Jessie operating system. And for cloud system used Owncloud for easy management. And for implementation, this research result would be implemented at Informatics Management Diploma Department of Merdeka Madiun University.

**Keywords:** *Cloud Computing, Computer Network, Raspberry, Classroom, Presentation.*

## PENDAHULUAN

Tahun 2011 merupakan awal era baru teknologi komputasi awan atau yang sering disebut dengan *Cloud Computing*, dimana terdapat beberapa beberapa penyedia layanan awan yang cukup populer yaitu *Dropbox, Google Drive, iCloud, dan Skydrive* (Suprobo, 2013). Seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi internet, maka media penyimpanan online digital yang dikenal sebagai penyimpanan awan ini menjadi semakin populer. Pengguna aplikasi khususnya dari Indonesia sebagai semakin dimanjakan oleh fitur-fitur dari layanan awan (*Cloud*) yang dapat diakses tanpa memiliki keterbatasan mengenai lokasi akses maupun waktu akses, selain itu pengguna diberikan fleksibilitas untuk dapat dapat menambah ataupun mengurangi penggunaan sumber daya komputasi dan layanan. Sehingga pengguna layanan tidak perlu terbebani untuk

mengeluarkan biaya dalam menyediakan sumber daya komputasi, media penyimpanan, dan biaya perawatan untuk manajemen sistem, jaringan, dan basis data (Kim,2009).

Hal ini juga dirasakan oleh perusahaan atau instansi yang menjalankan bisnis core-nya tidak lagi didasarkan pada sebuah server yang dijalankan secara lokal ataupun jarak jauh. Perusahaan atau instansi tersebut juga memiliki kemampuan untuk menyediakan pusat layanan data seperti halnya perusahaan penyedia layanan akses internet atau *Internet Service Provider*, sehingga dapat menyediakan sendiri layanan penyimpanan data sesuai dengan kebutuhan (Zhang dkk, 2010). Di sisi lain, khususnya kehidupan di wilayah perkotaan, ternyata dapat menimbulkan pergeseran perilaku yang mendorong ke arah pola kehidupan global sehingga pada akhirnya dapat mendorong masyarakat untuk menggunakan layanan awan untuk berbagi ataupun berkolaborasi (Apriono, 2012).

Seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), sehingga macam media komunikasi antara dosen dengan mahasiswa dalam kegiatan perkuliahan semakin kompleks. Selain berkomunikasi dengan tatap muka langsung, komunikasi antara dosen dan mahasiswa dapat juga dilakukan melalui surat elektronik atau *email*, *mailing list*, *social media*, ataupun dengan berkirim pesan melalui perangkat *mobile* dengan SMS. Akses internet yang mudah membantu komunikasi antara dosen dan mahasiswa melalui media berbasis internet, oleh karena itu perlu dikembangkan sebuah aplikasi yang dapat membantu dosen ataupun mahasiswa untuk dapat menyusun materi presentasi yang dapat diakses dimana saja dan kapan saja dengan menggunakan layanan penyimpanan awan (*Cloud*), sehingga dapat memberikan kemudahan dalam proses diseminasi materi presentasi tanpa harus memiliki ketergantungan dengan media penyimpanan yang terbatas dan harus selalu dibawa ketika akan melakukan sebuah sesi presentasi, serta diharapkan dapat diakses kapan saja dan dimana saja.

## TINJAUAN PUSTAKA

Komputasi awan merupakan sebuah konsep baru dalam hal implementasi dari teknologi informasi, dimana komputasi awan dapat digunakan sebagai media untuk menyediakan fasilitas penyimpanan dan aplikasi yang dapat diakses melalui sebuah jaringan komputer atau melalui akses internet dengan pusat data yang terpusat (Lin dkk, 2009). Beberapa perusahaan yang telah mengembangkan dan mengimplementasikan teknologi awan tersebut diantaranya adalah Amazon, Microsoft, dan Google (Cappos dkk, 2009). Sedangkan untuk model layanan komputasi awan terbagi menjadi 3 macam yaitu, Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), and Software as a Service (SaaS) (Mell dan Grance, 2011), dimana pada ketiga model tersebut pengguna aplikasi tidak terbebani untuk pengelolaan dan kontrol terhadap infrastruktur jaringan, server, sistem operasi, media penyimpanan, ataupun aplikasi yang digunakan.

Pada layanan Software as a Service (SaaS) pengguna untuk dapat memanfaatkan layanan service tidak perlu membeli aplikasi yang digunakan, tetapi cukup dengan menyewanya saja seperti halnya model *pay per use*, dimana biaya tersebut sebagai biaya operasional sesuai dengan fitur yang dipergunakan. Sedangkan untuk Platform as a Service (PaaS) perusahaan penyedia layanan memberikan fasilitas dan kelengkapan untuk dapat melakukan pengembangan aplikasi kepada pengembang aplikasi yang memberikan layanan kepada pengguna aplikasi melalui platform penyedia layanan awan. Penyedia layanan awan mengembangkan *Tools* dan standar

untuk melakukan pengembangan, dan mekanisme untuk pendistribusian dan pembayaran. Sehingga penyedia layanan akan menerima pembayaran sebagai penyedia platform dan penjualan serta pendistribusian layanan. Hal ini dapat mempercepat perkembangan dari pengembangan aplikasi atau *software*, dengan biaya pengembangan yang rendah dan pemanfaatan layanan yang sudah dibangun sebelumnya untuk melayani permintaan pelanggan. Dan untuk Infrastructure as a Service (IaaS), perusahaan penyedia layanan menyediakan infrastruktur yang dapat digunakan untuk menjalankan aplikasi, dan memberikan service layanan yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Penyedia layanan mampu mengembangkan infrastruktur yang dapat seluruh permintaan dan menyediakan kapasitas simpanan sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga pengguna dikenakan dengan model pembayaran *pay per use*. Jadi dalam skema ini pengguna hanya membayar sesuai dengan service yang digunakan dan ukuran kapasitas simpanan. (Moedjiono, 2010).

Terdapat beberapa model implementasi dari komputasi awan, yaitu *Private Cloud*, *Community Cloud*, *Public Cloud*, dan *Hybrid Cloud*. Model akan disebut sebagai *Private Cloud* ketika dimiliki oleh sebuah organisasi dan terdapat beberapa pembatasan akses menggunakan *firewall* terhadap pengguna aplikasi. Akan tetapi apabila sebuah organisasi menyediakan layanan awan untuk komunitas tertentu yang memiliki tujuan yang sama dengan organisasi penyedia layanan dan dalam rangka untuk mendukung pencapaian tujuan utama organisasi tersebut maka disebut sebagai *Community Cloud*. Dan layanan awan yang diberikan untuk pengguna umum tanpa adanya batasan khusus dan dikelola oleh sebuah organisasi atau perusahaan yang pada dasarnya memang memberikan layanan awan baik berbayar ataupun tidak berbayar maka disebut sebagai *Public Cloud*, sedangkan layanan yang mengkombinasikan beberapa layanan awan tersebut disebut dengan *Hybrid Cloud*, dan untuk dapat menggabungkan beberapa layanan tersebut diperlukan adanya sinkronisasi terhadap layanan-layanan yang akan digabungkan untuk dapat berjalan dengan baik.

Terdapat 5 tantangan besar utama dan perlu mendapatkan perhatian dalam penerapan komputasi awan, yaitu keamanan, interoperability, ketersediaan, kinerja, data dan migrasi. Keamanan berfokus pada privasi data yang tersimpan pada layanan awan, kerahasiaan, dan pemisahan lalu lintas jaringan melalui sebuah pembagian jalur akses. Sedangkan interoperabilitas yaitu memberikan layanan yang mudah, dan memberikan beberapa pilihan opsi layanan yang dibutuhkan oleh pengguna. Ketersediaan dan kinerja memberikan jaminan ketersediaan layanan yang selalu siap untuk digunakan oleh pengguna kapanpun ketika ingin digunakan. Dan yang terakhir adalah masalah pada data dan kemampuan untuk melakukan migrasi data antar layanan awan, hingga saat ini hal tersebut merupakan tantangan terbesar yang harus diselesaikan (Lindk, 2009).

Lima keuntungan yang dapat diperoleh dari ketersediaan layanan awan adalah sebagai berikut :

1. *Multitenancy (shared resources)* : salah keuntungan dari layanan awan adalah di mana sumber daya layanan dapat digunakan secara bersama oleh beberapa pengguna aplikasi mulai dari jaringan yang digunakan, level pengguna, dan level aplikasi.
2. *Massive scalability* : sebuah perusahaan pengguna layanan awan sangat mungkin memiliki banyak sistem, sehingga komputasi awan dapat memberikan dukungan agar sistem-sistem

tersebut dapat berjalan secara simultan dengan baik, dengan didukung kemampuan yang baik dalam pemanfaatan jalur akses data yang besar dan media penyimpanan data.

3. *Elasticity* : pengguna layanan memiliki fasilitas untuk dapat mengkonfigurasi sumber daya komputasi yang diperlukan dalam kegiatannya, serta fasilitas untuk dapat menonaktifkan beberapa sumber daya yang sudah tidak diperlukan lagi.
4. *Pay-as-you-go* : pengguna layanan awan hanya akan membayar biaya sesuai dengan fitur layanan yang digunakan dan hanya pada saat fasilitas tersebut digunakan.
5. *Self-provisioning of resources* : sumber daya yang dimiliki oleh pengguna layanan itu sendiri, sistem-sistem tambahan seperti aplikasi pengolahan data, *software*, media penyimpanan data, dan jaringan. (Moedjiono, 2010).

Media pembelajaran berbasis multimedia dapat juga berbentuk sebagai sebuah media pemebelajaran dalam bentuk sebuah presentasi dengan memanfaatkan multimedia. Dimana presentasi itu sendiri merupakan salah satu bentuk sarana dalam menyampaikan sebuah pesan atau komunikasi, bisa saja digunakan sebagai bentuk penyampaian dari suatu tema, gagasan, ataupun informasi kepada orang lain. Untuk terwujudnya kegiatan presentasi yang baik maka harus dipenuhi beberapa unsur pokok yaitu : pertama, pihak atau seseorang yang akan melaksanakan presentasi; kedua, peserta presentasi atau audience; dan ketiga adalah media atau perangkat yang digunakan untuk meyampaikan materi presentasi. Keberadaan media presentasi dalam mendukung kegiatan pembelajaran adalah sebagai sebuah media untuk menyajikan atau menyampaikan pesan berkaitan dengan materi kuliah dari dosen kepada mahasiswa dalam sebuah sesi perkuliahan, akan tetapi media presentasi ini tidak dapat menggantikan peran dosen secara keseluruhan namun hal ini sangat efektif dan efisien dalam menyampaikan sebuah pesan.

Multimedia itu sendiri merupakan kombinasi dari beberapa komponen yaitu teks, gambar, suara, dan video, yang kemudian diolah menjadi sebuah aplikasi yang bersifat interaktif sehingga dapat digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi. Saah satu kelebihan dari multimedia adanya potensi untuk memperluas informasi yang disediakan untuk para pembelajar. Pada penelitian sebelumnya telah banyak dikembangkan aplikasi-aplikasi yang memanfaatkan multimedia, seperti yang dilakukan oleh Budiman dan Amadi (2016). dimana pada penelitian tersebut dikembangkan sebuah aplikasi pembelajaran berbasis multimedia yang dapat membantu pengguna aplikasi untuk dapat lebih memahami materi pembelajaran.

Sebagai contoh penerapan multimedia pada aplikasi yang lain yaitu aplikasi ensiklopedia menyediakan menu link untuk akses ke sebuah materi yang berbentuk format video ataupun artikel tambahan lain untuk mendukung informasi yang menjadi informasi utama dari aplikasi ensiklopedi. Dan terdapat juga referensi link untuk dapat memberikan komentar, audio, replay rekaman video, dan link ke website lain untuk mendukung informasi yang ingin disampaikan. Mayer (2009) menjelaskan bagaimana bahwa kita memproses sebuah informasi melalui dua komponen dasar yaitu verbal dan visual. Masyarakat secara umum beranggapan bahwa dengan memanfaatkan multimedia jelas akan lebih baik dalam menyampaikakan pesan karena menggunakan komponen verbal da visual. Para peneliti pun telah menemukan fakta bahwa dengan menggunakan multimedia aka dapat membantu proses pembelajaran menjadi lebih mudah. Salah satu perangkat yang umum digunakan untuk mendukung multimedia adalah



komputer pribadi, dan komputer pribadi dapat dikatakan sebagai sebuah komputer multimedia apabila pada komputer tersebut terdapat *drive* CD-ROM atau DVD untuk mendukung perekaman dan *playback*, sintesis suara MIDI, video MPEG, dengan didukung prosesor yang cukup cepat dan RAM yang cukup besar akan mampu memainkan dan berinteraksi dengan media-media tersebut secara simultan, dan dengan kapasitas penyimpanan *harddisk* yang cukup besar untuk menyimpan hasil-kerja multimedia yang diciptakan.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan metode Penelitian pengembangan (*Research and Development*), dimana pada penelitian ini berorientasi pada pengembangan produk aplikasi. Kemudian dari hasil produk penelitian akan diuji sejauh mana tingkat keefektifan dari produk yang dikembangkan. Untuk prosedur pengembangan yang digunakan mengacu pada yang pernah digunakan pada penelitian Ariesto (2003). Dimana terdapat 6 tahapan yaitu *concept*, *design*, *material collecting*, *assembly*, *testing*, dan *distribution*.

- a. *Concept*, pada tahap ini disusun konsep pengembangan aplikasi yang akan dilakukan, diawali dengan melakukan studi literatur dari penelitian-penelitian terdahulu dan kemudian menyimpulkan permasalahan-permasalahan berkaitan dengan media presentasi.
- b. *Design*, setelah melakukan analisis permasalahan kemudian disusunlah perancangan aplikasi presentasi berbasis cloud. Pada tahap ini dirancang bagaimana infrastruktur aplikasi dan tampilan antarmuka aplikasi. Pada penelitian ini server dan client di ruang kelas akan menggunakan Raspberry Pi, dan Sistem Operasi yang digunakan adalah Raspbian Jessie. Untuk koneksi server dengan infrastruktur jaringan menggunakan kabel melalui LAN Port sedangkan untuk client menggunakan wifi dongle dan untuk koneksi dengan LCD Proyektor menggunakan HDMI Port. Untuk pengembangan aplikasi presentasi akan menggunakan framework Strut, dimana Strut sendiri merupakan pengembangan dari *impress.js*. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah HTML 5 dan Javascript, dan untuk ekstensi file simpanan dari hasil presentasi yang dibuat adalah JSON. Untuk manajemen data cloud menggunakan aplikasi Owncloud, dimana owncloud merupakan aplikasi yang bersifat *opensource* dan memiliki kemampuan untuk manajemen penyimpanan berbasis cloud yang cukup baik.
- c. *Material Collecting*, setelah melakukan perancangan langkah selanjutnya adalah melakukan akuisisi materi-materi presentasi yang akan digunakan sebagai sampel pada aplikasi yang dikembangkan. Materi-materi presentasi yang digunakan merupakan materi-materi perkuliahan yang sebelumnya dalam bentuk ppt akan dirubah menjadi presentasi berbasis web. Materi-materi tersebut akan diekspor kedalam bentuk format file JSON dan kemudian disimpan kedalam penyimpanan berbasis cloud.
- d. *Assembly*, apabila perancangan dan akuisisi data telah selesai dilakukan langkah selanjutnya adalah melakukan kompilasi dari materi presentasi ke dalam aplikasi presentasi. Dan kemudian diunggah kedalam server cloud untuk langkah selanjutnya.
- e. *Testing*, setelah aplikasi selesai diunggah kedalam server selanjutnya dilakukan pengujian terhadap aplikasi yang telah dikembangkan berdasarkan hasil dari langkah sebelumnya. Untuk testing akan dilakukan dengan mengimplementasikan langsung pada kegiatan

perkuliahan, dimana dosen ataupun mahasiswa akan mengakses baik aplikasi dan materi presentasi secara online di ruang kelas dengan memanfaatkan aplikasi yang telah dikembangkan.

Distribution, apabila hasil pengujian telah dinyatakan layak maka langkah selanjutnya adalah melakukan distribusi aplikasi yang telah dikembangkan. Sehingga aplikasi dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh dosen dan mahasiswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini hardware server yang digunakan menggunakan perangkat Raspberry Pi seperti terlihat pada gambar 1, dimana dengan menggunakan Raspberry Pi maka akan menghemat biaya pengadaan dan sangat menghemat sumber daya listrik. Raspberry Pi merupakan sebuah perangkat komputer dengan ukuran yang sangat kecil dan memiliki beberapa fungsi. Pada penelitian ini Raspberry Pi yang digunakan akan dioperasikan dengan menggunakan sistem operasi Raspbian. Secara spesifikasi Raspberry menggunakan prosesor ARM 11 dengan kecepatan 700MHz. Terdapat 2 tipe dari Raspberry Pi yaitu tipe A dan B, perbedaan dari kedua tipe tersebut adalah besarnya memory RAM yang digunakan dimana pada Tipe B RAM yang dimiliki adalah sebesar 512 MB. Sebagai media penyimpanan Raspberry Pi menggunakan SD Card, digunakan untuk menyimpan data ataupun sistem operasi yang menjalankan. Untuk konektivitas dengan layar monitor Raspberry menggunakan konektor HDMI, sedangkan untuk konektivitas jaringan menggunakan port LAN. Pada penelitian ini konektivitas dengan jaringan akan menggunakan perangkat wifi yang dipasang pada port usb yang terdapat pada Raspberry.



Gambar 1. Raspberry Pi2

Untuk sumber daya listrik Raspberry Pi membutuhkan supply sebesar 5V dengan arus minimal 700mA untuk tipe B dan 500mA untuk tipe A (Richardson and Wallace, 2012). Untuk akses dari client ke aplikasi presentasi dapat dilakukan melalui Raspberry, laptop, ataupun perangkat mobile seperti smartphone. Infrastruktur dipersiapkan untuk memberikan kemudahan kepada pengajar dalam memberikan materi presentasi di ruang kelas, dan memberikan kemudahan bagi siapaun pengguna aplikasi dalam menyusun sebuah presentasi. Untuk akses dari ruang kelas disiapkan satu media raspberry yang sudah terhubung dengan jaringan melalui wifi dan terhubung dengan media projector. Dan untuk mengakses materi-materi presentasi dalam dilakukan dengan mengambil file melalui repository yang tersedia di server.

Aplikasi dikembangkan dengan menggunakan platform open source, yaitu strut, dimana strut sendiri merupakan pengembangan dari platform impress.js. Untuk bahasa pemrograman yang digunakan adalah HTML 5, CSS, dan Javascript. Sehingga dalam pengoperasiannya aplikasi akan dibuka melalui browser dengan mengakses alamat ip dari server.

Pada saat pertama kali aplikasi diakses, akan ditampilkan halaman utama aplikasi seperti pada gambar 2. pada halaman utama aplikasi akan ditampilkan mengenai petunjuk atau tutorial penggunaan aplikasi presentasi. Mulai dari cara menambahkan text, gambar, link video, cara menjalankan presentasi, dan eksport import file presentasi yang telah dibuat dengan menggunakan aplikasi presentasi.



Gambar 2. Halaman Utama Aplikasi.

Apabila user telah selesai melihat petunjuk atau tutorial user dapat memilih menu “Here” untuk langsung menuju ke tampilan utama dari aplikasi presentasi seperti yang terlihat pada gambar 3. pada tampilan aplikasi presentasi terdapat beberapa tools, disisi kiri terdapat toolbar yang didalamnya berisi menu “New” untuk membuat presentasi baru, “Open” untuk membuka file-file presentasi yang tersimpan di aplikasi, “Save” dan “Save as” untuk menyimpan presentasi yang kita buat atau kita buka. Dan menu “Import” dan “Eksport” untuk proses melakukan importing atau eksporting file presentasi dari komputer lain atau file presentasi yang diunduh dari penyimpanan cloud.



*Gambar 3. Tampilan Aplikasi Presentasi.*

Untuk ujicoba implementasi pada kegiatan perkuliahan, aplikasi diakses dari ruang kelas perkuliahan dengan menggunakan perangkat Raspberry Client yang telah disediakan dan terkoneksi dengan jaringan melalui koneksi wifi. Dosen mengakses materi perkuliahan dengan mengunduhnya terlebih dahulu dari media penyimpanan berbasis cloud dan kemudian mengimportnya ke dalam aplikasi presentasi. Dan untuk menampilkannya perangkat Raspberry client terhubung dengan projector melalui port HDMI.

Sedangkan untuk mahasiswa juga dapat mengakses materi perkuliahan melalui perangkat laptop, tablet, ataupun smartphone yang terkoneksi dengan jaringan.

Dari hasil ujicoba implementasi tersebut aplikasi berhasil diakses dari ruang kelas perkuliahan dan oleh mahasiswa melalui perangkat laptop, tablet, ataupun smartphone. Sehingga dosen ataupun mahasiswa tidak perlu direpotkan dengan harus membawa perangkat media penyimpanan.

## **KESIMPULAN**

Aplikasi telah diujicobakan pada kegiatan perkuliahan Pemrograman Web yang dilaksanakan di Program Studi D3 Manajemen Informatika Universitas Merdeka Madiun. Dimana Dosen pengajar menyampaikan materi perkuliahan dengan menggunakan perangkat client Raspberry Pi yang tersedia di ruang perkuliahan dan terkoneksi dengan jaringan melalui wifi seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Implementasi pada kegiatan perkuliahan

Sehingga dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dikembangkan sebuah aplikasi berbasis cloud sehingga dapat membantu user untuk dapat menyusun atau mengakses sebuah materi presentasi tanpa harus memiliki ketergantungan dengan perangkat media penyimpanan yang harus selalu dibawa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ariesto, Hadi Sutopo., 2003, *Multimedia Interaktif dengan Flash.- Edisi pertama*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Apriono, D. 2012. Meningkatkan Keterampilan Kerjasama Siswa Dalam Belajar Melalui Pembelajaran Kolaboratif. *Prospektus Jurnal Ilmiah Unirow Tuban*. 56(2).
- Budiman, Arief. Amadi, Dwi, Nor. 2016. Development of Dhungkrek Dance Learning Application to Preserve Local Culture Existence. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*.
- Cappos, J. Beschastnikh, I. Krishnamurthy, A. Anderson, T. 2009. *Seattle : A platform for educational cloud computing*. SIGCSE Bulletin, 41, 111-115.
- Kim, W. 2009. Cloud computing : Today and Tomorrow. *Journal of object technology*. 8(1), 65-72.
- Lin, Geng. Fu, David. Zhu, Jinzy. Dasmalchi, Glenn. 2009. *Cloud Computing : IT as a Service*. IT Professional, v.11 n.2, p.10-13.
- Mayer, R. E. 2009. *Multimedia learning (2nd ed)*. New York: Cambridge University Press

- Mell, P. Grance, T. 2010. *The NIST definition of cloud computing*. Communications of the ACM, 53, 50-58.
- Moedjiono. 2010. Cloud Computing : Gelombang Informatisasi Layanan Dunia Bisnis Masa Depan, *Jurnal TELEMATIKA MKOM*. Vol.2 No.2.
- Richardson, Matt., Wallace, Shawn., 2012, *Getting Started with Raspberry Pi*. Sebastopol, California, O'REILLY.
- Suprobo, F, Priyo. 2013. The Perspective Of Architects And Designers In Indonesia About The Usability Of CloudStorage To Support Their Activities. *International Refereed Research Journal Vol.-IV, Issue-3*.
- Zhang, Q. Cheng, L. Boutaba, R. 2010. Cloud computing : state-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*. 1(1), 7-18.
- Zhang, S., Zhang, S., Chen, X., Huo, X., 2010, *Cloud computing research and development trend*. *Future Networks*, Second International Conference on IEEE ICFN'10.

# PENENTUAN LOKASI RAWAN KECELAKAAN MENGUNAKAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEGRAFIS PADA RUAS JALAN MAYJEND PANJAITAN KOTA MADIUN

Moh Arif Bakhtiar E<sup>1)</sup>, Seno Aji<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
email : arif\_bakh@yahoo.com

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
email : senjikare@yahoo.co.id

## Abstract

*With the increasing number of vehicles that are not proportional to the increase in the number of road adds to the high accident rate in addition to other factors such violations or acts not careful users (drivers and pedestrians), road conditions, weather conditions, vehicle conditions and an unobstructed view. Jalan Panjaitan Mayjend an arterial road congested with traffic. This is due to these roads is the road that must be passed for the road from the direction of Surabaya to Ponorogo and Pacitan. One of the alternatives to solve the problem of traffic accidents is by mapping the location of the accident-prone road sections Mayjend Panjaitan using Geographic Information System technology. Geographic Information System technology is expected to provide accurate, effective and efficient, so it can be used for planning and control tools traffic problems, which can ultimately reduce the number of traffic accidents on roads Mayjend Panjaitan Madiun. In addition to other methods used GIS is MKJI and danger index ratings intersection to the dangers of the road straightness. From the analysis of the data found that the value of C is 4275.18 smp / hour and DS value was 0.62 in the morning, 0:47 in the afternoon and 0.60 in the afternoon. SIG method results showed that the position of the vulnerable points are relatively close together, with 2 complete berambu points, 1 point berambu yellow warning lights 1 and 3 points with no signs due to a relatively close distance. The results of the assessment methods to the intersection index gained 6 points straightness road black spot area with an index value of 0.55 to 0.7.*

**Keywords:** *black spot area, SIG, Mayjend Jalan Panjaitan, traffic accidents*

## PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan peningkatan jumlah jalan semakin menambah prosentase tingginya tingkat kecelakaan disamping faktor lain seperti pelanggaran atau tindakan tidak hati-hati para pengguna (pengemudi dan pejalan kaki), kondisi jalan, kondisi cuaca, kondisi kendaraan dan pandangan yang terhalang.

Setiap tahun laju pertumbuhan penduduk di kota Madiun semakin bertambah yang mengakibatkan semakin banyaknya pemenuhan kebutuhan penduduk diantaranya perumahan, gedung-gedung perkantoran, sekolah, sarana dan prasarana transportasi dan sebagainya. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk maka laju mobilitas pemenuhan kebutuhan penduduk juga semakin meningkat.

Kota Madiun memiliki infrastruktur jalan yang cukup memadai namun demikian dengan kondisi wilayah yang dinamis menuntut perhatian lebih dalam hal manajemen lalu lintas di Kota Madiun.

Pemetaan lokasi rawan kecelakaan dipilih menjadi sebuah strategi yang harus diperhitungkan terhadap penurunan angka kecelakaan di Kota Madiun.

Jalan Mayjend Panjaitan merupakan jalan arteri yang padat lalu lintasnya. Hal ini disebabkan ruas jalan tersebut merupakan jalan yang harus dilalui bagi pengguna jalan dari arah Surabaya menuju Ponorogo maupun Pacitan. Semua jenis kendaraan melalui jalan ini disamping di sepanjang jalan Mayjend Panjaitan terdapat gedung-gedung kantor pemerintahan kota, beberapa gedung sekolah, permukiman padat dan kompleks ruko. Kondisi jalan yang belum terpisah oleh median jalan menjadi kendala tersendiri bagi pengguna jalan. Hal ini menimbulkan permasalahan meningkatnya angka kecelakaan lalu lintas di jalan Mayjend Panjaitan, bermula dari keinginan pengguna jalan yang ingin sampai tepat waktu di tempat tujuan tanpa memperhatikan keselamatan jiwa mereka.

Perlu adanya penanganan serius, akurat, sistematis dan berkesinambungan agar diperoleh solusi pemecahan masalah yang efektif dan efisien. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah kecelakaan lalu lintas adalah dengan melakukan pemetaan lokasi rawan kecelakaan pada ruas jalan Mayjend Panjaitan dengan menggunakan Teknologi Sistem Informasi Geografis. Teknologi Sistem Informasi Geografis diharapkan mampu memberikan informasi yang akurat, efektif dan efisien, sehingga dapat digunakan untuk alat bantu perencanaan dan pengendalian permasalahan lalu lintas yang pada akhirnya dapat mengurangi angka kecelakaan lalu lintas di ruas jalan Mayjend Panjaitan kota Madiun.

Penelitian ini menitikberatkan pada masalah penentuan lokasi rawan kecelakaan di ruas jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun pada saat ini dengan menggunakan alat bantu sistem informasi geografis.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tingkat Pelayanan Jalan

Menurut *Transportation Research Board* (2000), tingkat pelayanan jalan perkotaan dapat ditentukan dengan skala interval yang terdiri dari 6 tingkatan yaitu, tingkat pelayanan A, B, C, D, E dan F, sebagai berikut :

#### 1. Tingkat pelayanan A

Keadaan arus lalu lintas yang bebas (*free flow*), volume rendah, dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki sesuai keadaan fisik kendaraan dan



pembatasan kecepatan serta tidak menimbulkan tundaan. Kecepatan perjalanan rata-rata 90% dari kecepatan arus bebas.

## 2. Tingkat pelayanan B

Keadaan arus lalu lintas stabil, kecepatan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas, pengemudi masih mendapat kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan. Kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 70% dari kecepatan arus bebas.

## 3. Tingkat pelayanan C

Keadaan arus lalu lintas stabil, kecepatan dan gerakan lebih ditentukan oleh volume yang tinggi sehingga pemilihan kecepatan sudah terbatas dalam batas-batas kecepatan jalan yang masih cukup memuaskan. Besaran ini digunakan untuk ketentuan perencanaan jalan-jalan dalam kota. Kecepatan perjalanan rata-rata 50% dari kecepatan arus bebas.

## 4. Tingkat pelayanan D

Menunjukkan keadaan yang mendekati tidak stabil, dimana kecepatan yang dikehendaki secara terbatas masih dapat dipertahankan meskipun sangat dipengaruhi oleh perubahan-perubahan dalam keadaan perjalanan yang dapat menurunkan kecepatan yang cukup besar, sehingga menyebabkan kebebasan bergerak dan kenyamanan rendah. Kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 40% dari kecepatan arus bebas.

## 5. Tingkat pelayanan E

Merupakan arus lalu lintas yang tidak stabil dan tidak dapat ditentukan hanya dari kecepatan perjalanan saja, sering terjadi kemacetan (berhenti) untuk beberapa saat. Volume hampir atau sama dengan kapasitas jalan. Kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 33% dari kecepatan arus bebas.

## 6. Tingkat pelayanan F

Menunjukkan arus jalan perkotaan dengan kecepatan sangat rendah, volume sangat tinggi, terjadi antrian yang panjang dan terjadi tundaan. Kecepatan rata-rata sebesar 30% dari kecepatan arus bebas.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997, tingkat pelayanan jalan dapat ditentukan dari derajat kejenuhan yang merupakan perbandingan arus total dan kapasitas.

$$DS = Q / C$$

dengan :

DS = nilai rasio arus total dan kapasitas (derajat kejenuhan)

Q = arus total

C = kapasitas

## Arus Total

Jumlah arus lalu lintas yang melewati suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu disebut arus total. Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi arus lalu lintas adalah : Kelas

jalan, Fungsi jalan, Faktor jam puncak, Tujuan perjalanan, Tingkat kepemilikan kendaraan, Tingkat perekonomian.

Arus total dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{N}{t}$$

dengan :

Q = arus total (kendaraan/jam)

N = jumlah kendaraan yang lewat selama pengamatan (kendaraan)

t = waktu pengamatan (jam)

### Kapasitas Jalan

Pengertian kapasitas selalu dihubungkan dengan kemampuan suatu bagian jalan untuk melewati arus lalu lintas, dengan kata lain kapasitas adalah jumlah arus maksimum yang dapat dilewatkan oleh suatu bagian segmen jalan

Menurut Departemen Pekerjaan Umum, 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) besarnya kapasitas pada kondisi sesungguhnya untuk jalan perkotaan dipengaruhi oleh kapasitas dasar, faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas, faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah, faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping dan faktor ukuran kota. Besarnya kapasitas dapat dihitung dengan rumus :

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \text{ (smp/jam)}$$

dengan :

C : kapasitas (smp/jam)

$C_0$  : kapasitas dasar (smp/jam)

$FC_w$  : faktor penyesuaian lebar jalan

$FC_{SP}$  : faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

$FC_{SF}$  : faktor penyesuaian hambatan samping

$FC_{CS}$  : faktor penyesuaian terhadap ukuran kota

### Kecepatan

Kecepatan adalah satuan yang dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang dinyatakan dalam km/jam. Keterlambatan karena hilangnya waktu pada saat kendaraan berhenti atau pengurangan kecepatan karena antrian (macet), disebut dengan tundaan (*delay*), yang akan menyebabkan ketidaknyamanan.

### Kecepatan arus bebas

Kecepatan tersebut adalah kecepatan teoritis pada kerapatan 0, yang artinya kecepatan kendaraan yang tidak dipengaruhi kendaraan lain, sehingga memungkinkan pengemudi untuk merasakan perjalanan yang nyaman dalam kondisi geometri, lingkungan dan pengaturan lalu lintas pada suatu segmen jalan yang sepi.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia), penentuan kecepatan arus bebas kondisi sesungguhnya dapat dilihat dengan rumus 2.4. :

$$FV = (FV_0 + FVw) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

dengan :

FV : kecepatan arus bebas sesungguhnya (km/jam)

$FV_0$  : kecepatan arus bebas dasar (km/jam)

FVw : penyesuaian akibat lebar lajur lalu lintas

$FFV_{SF}$  : faktor penyesuaian akibat hambatan samping

$FFV_{CS}$  : faktor penyesuaian akibat ukuran kota

### Kecepatan perjalanan

Kecepatan perjalanan didapat secara grafis berdasarkan nilai kecepatan arus bebas dan nilai derajat kejenuhan, atau dengan rumus:

$$V = V_0 \times 0,5 \times (1 + (1 - DS)^{0,5})$$

dengan :

V : kecepatan perjalanan (km/jam)

$V_0$  : kecepatan arus bebas (km/jam)

DS : derajat kejenuhan

## METODE PENELITIAN

### Obyek Penelitian

Objek dalam penelitian ini mengambil lokasi Jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun. Lokasi ini diambil dari gambaran kondisi ruas jalan yang sering terjadi kecelakaan.

### Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data-data dalam penelitian ini digunakan orientasi dan analisis melalui metode antara lain :

#### 1. Metode Observasi Lapangan

Dalam penelitian ini tujuan dari observasi untuk melihat kondisi permasalahan di lapangan untuk diteliti, baik secara fisik maupun gambaran umum permasalahan yang ada di lapangan.

#### 2. Metode Dokumentasi

Data yang dimaksud meliputi jaringan jalan, karakteristik daerah rawan kecelakaan dan gambaran umum daerah penelitian baik daerah rawan kecelakaan maupun titik rawan kecelakaan.

#### 3. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan adalah segala usaha yang dilakukan oleh peneliti dalam menghimpun informasi yang relevan dengan masalah yang akan atau sedang diteliti. Informasi tersebut dapat berupa buku-buku ilmiah, laporan penelitian, karangan-karangan ilmiah, tesis dan disertasi, peraturan-peraturan, ketetapan-ketetapan dan sumber-sumber tertulis lainnya

## Metode Analisis

Data terkumpul selama kurun waktu tertentu dianalisis untuk menentukan tingkat kecelakaan dan angka pertumbuhan kecelakaan lalu lintas sehingga akan didapat daerah-daerah rawan kecelakaan (*Black Site* dan *Black Spot*) di jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Data

Hasil penelitian yang dilakukan sampai saat ini adalah rapat koordinasi, mengurus perijinan survei dan melakukan penelitian tahap awal. Untuk pelaksanaan survei sudah dilaksanakan. Data geometriknya adalah sebagai berikut :

- Tipe Jalan : Satu Jalur Empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD)
- Fungsi Jalan : Primer, nasional
- Kelandaian Jalan : Datar
- Lebar jalur efektif rata-rata : 12,0 meter
- Lebar bahu efektif : 1 meter

Adapun data hasil survei disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel.1. Data arus kendaraan

	Jam	Jumlah					
		MC		LV		HV	
		Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
Pagi	06.15 – 06.30	270	245	42	24	11	13
	06.30 – 06.45	365	385	87	48	15	17
	06.45 – 07.00	364	330	57	42	15	20
	07.00 – 07.15	330	340	73	51	14	12
	07.15 – 07.30	260	250	39	45	12	13
	07.30 – 07.45	245	216	51	45	8	11
	07.45 – 08.00	190	196	48	57	15	11
	08.00 – 08.15	181	196	45	63	12	10
Siang	12.00 – 12.15	160	155	33	39	14	8
	12.15 – 12.30	243	251	45	51	24	16
	12.30 – 12.45	225	241	44	60	17	14
	12.45 – 13.00	243	237	56	47	21	13
	13.00 – 13.15	201	200	35	39	11	15
	13.15 – 13.30	201	190	24	33	14	15
	13.30 – 13.45	176	161	51	38	16	15
	13.45 – 14.00	162	167	45	30	15	14
Sore	16.00 – 16.15	208	200	57	52	14	8
	16.15 – 16.30	301	289	73	65	25	16
	16.30 – 16.45	341	347	81	57	19	14
	16.45 – 17.00	297	303	58	52	18	16
	17.00 – 17.15	228	245	64	69	13	15
	17.15 – 17.30	203	199	37	28	15	15
	17.30 – 17.45	193	201	27	34	16	16
	17.45 – 18.00	177	181	31	25	15	11
Jumlah		5764	5725	1203	1094	369	328
		11489		2297		697	

Sumber : Survei lalulintas 2016

Untuk mendapatkan nilai arus total, maka data jumlah satuan mobil penumpang perjam harus dilakukan perhitungan kedalam data arus kendaraan total perjam untuk setiap waktu yaitu pada waktu pagi, siang dan sore hari. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai kapasitas jalan menggunakan data-data yang telah diperoleh. Adapun untuk data selengkapnya disajikan dalam tabel 2, tabel 3 dan Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel.2. Data arus kendaraan perjam pagi hari

Baris	Tipe kend.	Sepeda motor		Kend. Ringan		Kend. Berat		Arus total Q			
		MC	0,75	LV	1	HV	2				
1.1	emp arah 1	MC	0,75	LV	1	HV	2				
1.2	emp arah 2	MC	0,75	LV	1	HV	2				
2	arah	Kend/ jam	smp/ jam	Kend/ jam	smp/ jam	Kend/ jam	smp/ jam	Arah %	Kend/ jam	smp/ jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
3	1	1319	989,25	256	256	56	112	50	1631	1357,25	
4	2	1305	978,75	186	186	62	124	50	1553	1288,75	
5	1+2	2624	1968	442	442	118	236	100	3184	2646	
6	Pemisah arah, SP=Q1/Q1+Q2							50%	0,5129		
7	Faktor-smp F <sub>smp</sub>										

Tabel 3. Data arus kendaraan perjam siang hari

Baris	Tipe kend.	Sepeda motor		Kend. Ringan		Kend. Berat		Arus total Q			
		MC	0,75	LV	1	HV	2				
1.1	emp arah 1	MC	0,75	LV	1	HV	2				
1.2	emp arah 2	MC	0,75	LV	1	HV	2				
2	arah	Kend/ jam	smp/ jam	Kend/ jam	smp/ jam	Kend/ jam	smp/ jam	Arah %	Kend/ jam	smp/ jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
3	1	912	684	180	180	73	146	50	1165	1010	
4	2	929	696,75	197	197	58	116	50	1184	1009,75	
5	1+2	1841	1380,75	377	377	131	262	100	2349	2019,75	
6	Pemisah arah, SP=Q1/Q1+Q2							50%	0,5001		
7	Faktor-smp F <sub>smp</sub>										

Tabel 4. Data arus kendaraan perjam sore hari

Baris	Tipe kend.	Sepeda motor		Kend. Ringan		Kend. Berat		Arus total Q			
		MC	0,75	LV	1	HV	2				
1.1	emp arah 1	MC	0,75	LV	1	HV	2				
1.2	emp arah 2	MC	0,75	LV	1	HV	2				
2	arah	Kend/ jam	smp/ jam	Kend/ jam	smp/ jam	Kend/ jam	smp/ jam	Arah %	Kend/ jam	smp/ jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
3	1	1167	875,25	276	276	75	150	50	1518	1301,25	
4	2	1184	888	243	243	61	122	50	1488	1253	
5	1+2	2351	1763,25	519	519	136	272	100	3006	2554,25	
6	Pemisah arah, SP=Q1/Q1+Q2							50%	0,5094		
7	Faktor-smp F <sub>smp</sub>										

Menurut MKJI 1997 untuk nilai FCw adalah 0,91 dikarenakan Jalan Mayjend Panjaitan adalah tipe jalan empat lajur dua arah (4/2) tak terbagi dan lebar per lajur 3 meter. Untuk faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FCsp) nilainya adalah 1,00. Kelas hambatan samping (SFC) tinggi (H) dengan jumlah berbobot kejadian per 200 meter per jam (dua sisi) mempunyai nilai antara 500-899, dengan kondisi daerah berupa daerah komersil yang mempunyai aktivitas sisi jalan tinggi dan jarak kereb penghalang sekitar 1 meter, sehingga nilai FCsf adalah 0,87. Nilai kapasitas dasar (Co) untuk jalan DI Panjaitan adalah sebesar 6000 smp/jam (1500 per lajur). Sehingga diperoleh nilai kapasitas (C) sebesar 4275,18 smp/jam. Adapun hasil perhitungan selengkapnya disajikan pada tabel 5. dibawah:

Tabel 5. Perhitungan kapasitas jalan Salak Kota Madiun

Arah	Kapasitas dasar	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas
	Co Tabel C-1:1 smp/jam	lebar jalur FCw	Pemisah arah FCsp	Hambatan samping FCsf	Ukuran kota FCcs	C smp/jam
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	6000	0,91	1,00	0,87	0,90	4275,18

### Analisa Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*) atau (DS) didefinisikan sebagai rasio arus yang merupakan perbandingan volume kendaraan terhadap kapasitas jalan. Setelah memasukkan nilai-nilai volume kendaraan dan nilai kapasitas jalan, maka diperoleh nilai derajat kejenuhan, dan data selengkapnya disajikan dalam tabel 6. dibawah

Tabel 6. Nilai derajat kejenuhan Jalan DI Panjaitan Kota Madiun

Soal/ arah emp arah 1 emp arah 2	Arus lalu lintas Q smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)
(20)	(21)	(22)
Pagi hari		
1	1357,25	0,317472
2	1288,75	0,3014493
1+2	2646	0,6189213
Siang hari		
1	1010	0,2362474
2	1009,75	0,2361889
1+2	2019,75	0,4724362
Sore hari		
1	1301,25	0,3043731
2	1253	0,2930871
1+2	2554,25	0,5974602

Dari hasil perhitungan di atas, dapat diketahui perilaku lalu lintas pada ruas jalan tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Dari hasil perhitungan diatas, nilai DS pada pagi hari lebih besar dibandingkan dengan DS pada siang hari dan sore hari. Kondisi ini menyebabkan pergerakan lalu lintas kadang terhambat. Karena nilai derajat kejenuhan pada pagi hari adalah 0,6189, dan kecepatan arus bebasnya 51 km/jam, maka prosentase kecepatan perjalanan rata-ratanya adalah 80,87%. Menurut *Transportation Research Board (2000)* tingkat pelayanan bernilai B yaitu arus lalu lintas stabil, kecepatan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas, pengemudi masih mendapat kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan. Karena Nilai DS <0,75 maka arus lalu lintas masih tergolong aman.
- b. Untuk siang hari nilai derajat kejenuhan adalah 0,4724, maka prosentase kecepatan perjalanan rata-ratanya adalah 86,32%. Sehingga tingkat pelayanan bernilai B yaitu arus lalu lintas stabil, kecepatan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas, pengemudi masih mendapat kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan. Sehingga Nilai DS <0,75 maka arus lalu lintas masih tergolong aman.
- c. Untuk siang hari nilai derajat kejenuhan pada pagi hari adalah 0,5975, maka prosentase kecepatan perjalanan rata-ratanya adalah 81,72%. Sehingga tingkat pelayanan bernilai B yaitu arus lalu lintas stabil, kecepatan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas, pengemudi masih mendapat kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan. Sehingga Nilai DS <0,75 maka arus lalu lintas masih tergolong aman

### Penentuan Lokasi *Black Spot Area*

Dalam penentuan lokasi *black spot area* maka diperlukan data angka kecelakaan pada suatu wilayah yang ditinjau. Data angka kecelakaan menurut survey yang dilakukan dan data Laka di Kota Madiun dari Dishub Kota Madiun maka jumlah kecelakaan ditinjau dari tingkat keparahan dapat dilihat pada tabel 7. berikut:

Tabel 7. Jumlah kecelakaan ditinjau dari tingkat keparahan

Tahun	Jumlah Kecelakaan	Korban Orang		
		Meninggal Dunia	Luka Berat	Luka Ringan
2011	17	5	2	24
2012	27	4	6	41
2013	35	5	6	55
2014	25	4	1	41
2015	26	4	2	40
Jumlah	130	22	17	201

Sumber : Dishub Kota Madiun 2016 dan survey penelitian 2016

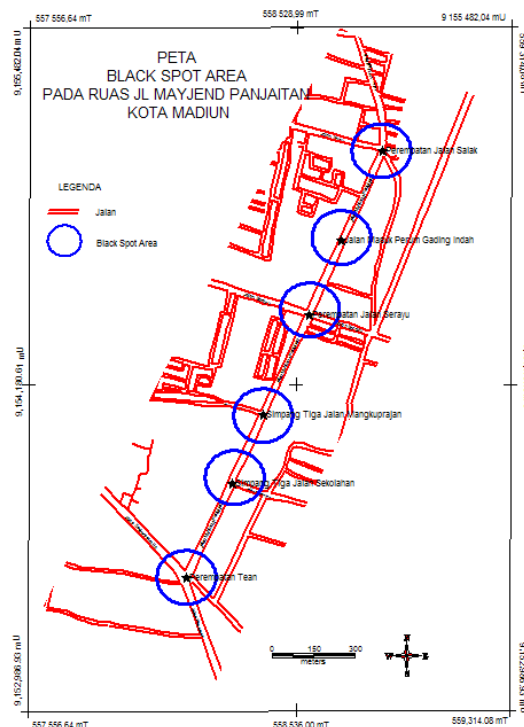
Dari jumlah data kecelakaan tersebut diketahui bahwa sebaran kecelakaan terjadi pada 16 titik pada ruas Jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun. Adapun ke enambelas titik tersebut dapat dilihat dalam tabel.4.10. Keenambelas titik tersebut diketahui merupakan tempat yang pernah terjadi kecelakaan, tetapi secara data yang pasti tidak diketahui. Sehingga perlu dilakukan upaya untuk menentukan *black spot area*. Satu diantara metode yang digunakan untuk menentukan *black spot area* adalah menggunakan nilai indeks bahaya simpang terhadap indeks bahaya kelurusan jalan. Penilaian indeks ini merupakan hasil pengembangan studi dalam penelitian ini.

Dalam penentuan sistem penilaian menggunakan skala dari nilai 0 sampai dengan nilai 1. Nilai 0 mengandung pengertian bahwa pada titik tersebut dimungkinkan tidak terjadi kecelakaan atau nilai kecelakaan adalah 0. Nilai 1 mengandung pengertian bahwa pada titik tersebut dimungkinkan sering terjadi kecelakaan atau nilai kecelakaan adalah 100%. Untuk mencapai nilai 0 dan nilai 1 tentunya tidak cukup menggunakan indeks yang digunakan dalam penelitian ini, perlu menambah atau memperhatikan beberapa faktor indeks yang lain. Untuk mengetahui hasil penentuan indeks *black spot area* pada ruas Jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun dari hasil penelitian ini dapat dilihat dalam table 8. berikut:

Tabel 8. Nilai indeks *black spot area* pada ruas Jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun

Nomer/Titik	Nama Titik	Nilai Indeks black spot area
1	Perempatan Jalan Salak Kota Madiun	0,7
2	Depan SMK PGRI 2 Kota Madiun	0,3
3	Jalan masuk Perum Taman Salak Kota Madiun	0,5
4	Depan RRI Kota Madiun	0,35
5	POM Bensin Jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun	0,45
6	Jalan masuk Perum Gading Indah Kota Madiun	0,6
7	Depan Kantor Bersama Samsat Kab.Madiun	0,4
8	Jalan Salak Timur X	0,45
9	Perempatan Jalan Serayu Kota Madiun	0,6
10	Depan Graha Krida Praja Kota Madiun	0,5
11	Simpang tiga Jalan Mangkuprajan Kota Madiun	0,6
12	Depan SMKN 3 Kota Madiun	0,45
13	Depan RS Griya Husada Kota Madiun	0,5
14	Simpang tiga Jalan Sekolahan	0,55
15	Simpang tiga Jalan Sri Aji	0,45
16	Perempatan Tean Kota Madiun	0,65

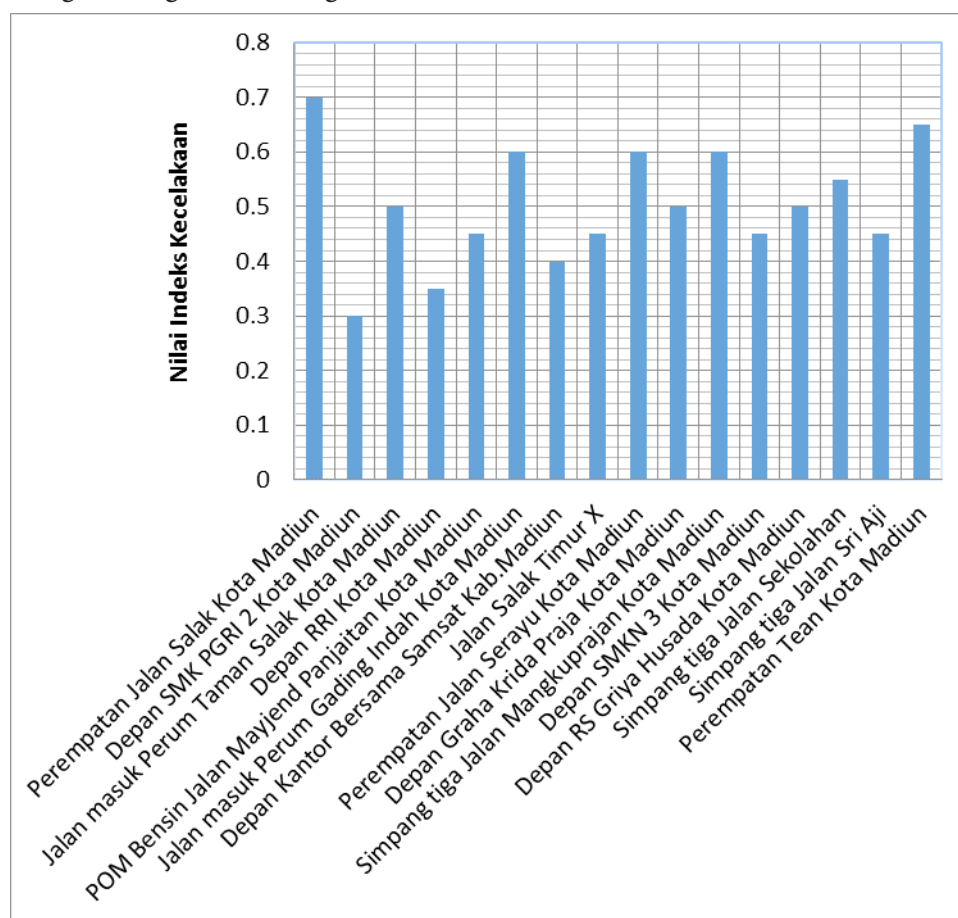
Sumber : penelitian 2016



Gambar 1. Sistem Informasi Geografis black spot area Jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun.



Dari hasil tabel dibawah selanjutnya digrafikkan untuk mempermudah dalam melihat dan menilai suatu kondisi titik, apakah titik tersebut memenuhi nilai sebagai titik rawan kecelakaan. Adapun grafik nilai indeks *black spot area* pada ruas Jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun dapat dilihat dalam gambar grafik 2 sebagai berikut



Gambar 2. Grafik hubungan antara titik *black spot area* dengan nilai indeks kecelakaan.

Untuk nilai indeks kecelakaan, dapat disebut sebagai titik rawan kecelakaan jika titik tersebut mempunyai nilai indeks kecelakaan lebih besar atau sama dengan nilai 0,55. Sedangkan jika nilai indeks kecelakaan kurang dari 0,55 maka titik tersebut bukan termasuk titik rawan kecelakaan. Dari hasil gambar diatas diketahui bahwa terdapat 6 titik lokasi rawan kecelakaan atau *black spot area* yaitu:

- a. Perempatan Jalan Salak
- b. Jalan masuk Perum Gading Indah
- c. Perempatan Jalan Serayu Simpang tiga Jalan Mangkuprajan
- d. Simpang tiga Jalan Sekolah

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa ruas Jalan Mayjend Panjaitan Kota Madiun diketahui bahwa jalan tersebut mempunyai nilai kapasitas (C) sebesar 4275,18 smp/jam dan nilai derajat kejenuhan (DS) tertinggi sebesar 0,6189 terjadi pada waktu

pagi hari dan terendah sebesar 0,4724 terjadi pada siang hari. Sedangkan untuk tingkat pelayanan bernilai sama untuk setiap waktu pagi, siang dan sore yaitu bernilai B yaitu arus lalu lintas stabil, kecepatan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas, pengemudi masih mendapat kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan.

Titik-titik *black spot area* diperoleh dari hasil penentuan nilai indeks bahaya simpang terhadap indeks bahaya kelurusan jalan, dari semua titik yang dicurigai sebagai titik *black spot area* dengan nilai indeks lebih besar atau sama dengan 5,5. Dari hasil ini diketahui bahwa titik lokasi rawan kecelakaan ada 6 titik yaitu:

- a. Perempatan Jalan Salak Kota Madiun nilai indeks kecelakaan sebesar 0,7.
- b. Jalan masuk Perum Gading Indah Kota Madiun dengan nilai indeks kecelakaan sebesar 0,6.
- c. Perempatan Jalan Serayu Kota Madiun dengan nilai indeks kecelakaan sebesar 0,6.
- d. Simpang tiga Mangkuprajan Kota Madiun nilai indeks kecelakaan 0,6.
- e. Simpang tiga Jalan Sekolahan nilai indeks kecelakaan sebesar 0,55.
- f. Perempatan Tean Kota Madiun nilai indeks kecelakaan sebesar 0,65.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung NP (2011); "*Pemetaan Lokasi Rawan Kecelakaan Pada Ruas Jalan Kalianak-Romokalisari Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis*", TA Teknik Sipil FTSP UPN, Surabaya.
- Anonim, 2009, *Undang-Undang No. 22 Pasal 24*
- Bina Marga (1990); "*Petunjuk Teknis Pedoman Penyusunan Program Jalan Kabupaten : Prosedur singkat; SK. No. 77/KPTS/Db/1990*" ;Direktorat Jendral Bina Marga; Jakarta
- Bina Marga (1990);"*Tata Cara Pelaksanaan Survei Penghitungan Lalu Lintas Cara Manual*", No. 016/T/BNKT/1990"; Direktorat Jendral Bina Marga; Jakarta
- Bina Marga (1994); "*Kabupaten Roads Management Transportation Planning*"Direktorat Jendral Bina Marga; Jakarta
- Bina Marga (1997); "*Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*" Direktorat Jendral Bina Marga; Jakarta
- Morlok, E.K (1988) , "*Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*" Erlangga, Jakarta
- Prahasta, E (1999), "*Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*" Informatika Bandung.
- Wahyuningsih Sri Sasi (2005); "*Manajemen Pengelolaan Jaringan Jalan Dengan metode MIS (Management Information System) di Kabupaten Kediri*", Thesis Manajemen Rekayasa Transportasi Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya.
- Wedasana A.S (2011);"*Analisis Daerah Rawan Kecelakaan dan Penyusunan Database Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Kota Denpasar)*", Thesis, Universitas Udayanan Bali

[http:// Rri.co.id/post/berita/129281/daerah](http://Rri.co.id/post/berita/129281/daerah)

<http://www.kompasiana.id/volume>

# ESTIMASI KANDUNGAN KARBON POHON MINDI (*Melia azedarach*, L) PENYUSUN HUTAN RAKYAT BERSERTIFIKAT SVLK (Studi Kasus di PPHR Lawu Lestari Kecamatan Panekan Kabupaten Magetan)

Djoko Setyo Martono <sup>1)</sup> Sri Rahayu <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Merdeka Madiun

<sup>2)</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Merdeka Madiun

E-mail : [djokosetyo@unmer-madiun.ac.id](mailto:djokosetyo@unmer-madiun.ac.id)

## Abstract

The community forest plays an important role to reduce greenhouse gas emissions because forests can absorb carbon dioxide in the air which is then storing in the tree. Measurement of the amount of C stored in the body plant life (biomass) in a community forest can describe the amount of CO in the atmosphere is absorbed by plants. Research activities aimed to estimate how much carbon stocks in mahoni trees in public forests certified SVLK (Timber Legality Verification System). The method used is the manufacture destruction allometric equations with the method of mindi tree species. The location of research conducted in the area of community forests managed by the Forest People's Association business (PPHR) Lawu Lestari, district Panekan, Magetan. With an area of 192.16 hectares and spread over three (3) villages namely Ngiliran, Jabung and Bedagung and already getting sertivikat SVLK Certification Body PT SGS Indonesia on December 4, 2013. The amount of the percentage of biomass per tree parts from the greatest is the stem 54.07%, 22.02% Branches and twigs, roots 13.21% 10.70% last leaf. Model equation for estimating the amount of carbon content mindi  $Y = 246,123 d^{1,986}$

Keywords: carbon content; mindi; community forest; wood Legality

## PENDAHULUAN

Pengukuran jumlah C yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomasa) pada suatu hutan rakyat dapat menggambarkan banyaknya CO di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Sedangkan pengukuran cadangan yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromasa) secara tidak langsung menggambarkan CO yang tidak dilepaskan ke udara lewat pembakaran. Penyimpanan karbon pada suatu lahan menjadi lebih besar bila kondisi kesuburan tanahnya baik, karena biomasa pohon meningkat, atau dengan kata lain di atas tanah (biomasa

tanaman) ditentukan oleh besarnya bahan organik tanah di dalam tanah. Untuk itu pengukuran banyaknya karbon yang disimpan dalam setiap pohon penyusun hutan rakyat perlu dilakukan.

Sistematika dari pohon mindi adalah [https://id.wikipedia.org/wiki/Mindi\\_kecil](https://id.wikipedia.org/wiki/Mindi_kecil)

Kingdom: Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Sapindales

Famili : Meliaceae

Genus : Melia

Spesies : *Melia azedarach*, L.

Mindi adalah pohon yang bercabang banyak dan kulit batang yang berwarna [coklat](#) tua. Batangnya silindris, dan tidak berbanir. Kulit batangnya warnanya abu-abu coklat, beralur membentuk garis-garis dan [bersisik](#). Daunnya majemuk menyirip ganda yang tumbuh berseling dengan panjang 20-80 cm, sedangkan anak daunnya berbentuk bulat telur bergerigi dan berwarna hijau tua di bagian permukaan atas. [Bunganya](#) majemuk, dalam malai yang panjangnya 10-20 cm, yang keluar dari ketiak daun Panjang malai 10-22 cm, dan berkelamin dua, yakni bunga jantan dan betina terletak di pohon yang sama.<sup>[4]</sup> Daun mahkotanya berjumlah 5, panjangnya 1 cm, warnanya ungu pucat, dan berbau harum. Buahnya berjenis buah batu dan jika masak, warnanya coklat kekuningan Tumbuhan ini cepat bertumbuh, dalam 2 tahun, tinggi tumbuhan ini mencapai 4-5 [meter](#). [https://id.wikipedia.org/wiki/Mindi\\_kecil](https://id.wikipedia.org/wiki/Mindi_kecil) Diunduh tanggal 20 April 2016 jam 20.00 WIB

Departemen Kehutanan 1990 dalam Martono D 2013, mendefinisikan hutan rakyat sebagai areal di luar hutan negara yang didominasi oleh pohon-pohonan, sedemikian rupa sehingga secara keseluruhan merupakan persekutuan hidup alam hayati beserta lingkungannya. Simon 1998 dalam Martono D 2013, menyebutkan istilah yang sering digunakan untuk hutan rakyat adalah hutan milik, yaitu hutan atau tanaman pohon-pohonan yang tumbuh di atas lahan milik. Definisi ini sebenarnya hanya untuk membedakan antara hutan yang tumbuh di lahan negara dengan hutan yang tumbuh di lahan milik rakyat. Menurut Kamus Kehutanan 1990 dalam Martono D 2013, hutan rakyat adalah " Lahan milik rakyat atau milik adat atau ulayat yang secara terus menerus diusahakan untuk usaha perhutanan yaitu jenis kayu-kayuan, baik tumbuh secara alami maupun hasil tanaman "

Hardjosudiro 1980 dalam Martono D 2013, mendefinisikan hutan rakyat atau hutan milik adalah semua hutan yang ada di Indonesia yang tidak berada di atas tanah yang dikuasai oleh pemerintah. Proses terjadinya hutan rakyat bisa dibuat oleh manusia, atau terjadi secara alami. Adakalanya hutan rakyat terjadi dari upaya untuk merehabilitasi tanah-tanah kritis. Dari penjelasan di atas secara singkat dapat disimpulkan bahwa hutan rakyat adalah hutan yang tumbuh di atas tanah milik rakyat, dengan dominasi jenis tanaman kayu-kayuan, yang pengelolaannya dilakukan oleh pemiliknyanya atau oleh suatu badan usaha, dengan berpedoman kepada ketentuan yang telah digariskan oleh pemerintah ( Awang *et al*, 2002 ).

Hutan rakyat yang ditanam campur dengan jenis-jenis tanaman semusim penghasil pangan, sayur-sayuran maupun tanaman keras penghasil buah-buahan dikembangkan dengan budidaya manusia yang sangat intensif.

Hutan rakyat adalah suatu lapangan yang berada di luar kawasan hutan negara yang bertumbuhan pohon-pohonan sedemikian rupa sehingga secara keseluruhan merupakan persekutuan hidup alam hayati beserta lingkungan yang pemilikannya berada pada rakyat. Menurut SK Menteri Kehutanan No.49/Kpts-II/1997 tentang Pendanaan dan Usaha Hutan Rakyat, pengertian hutan rakyat adalah hutan yang dimiliki oleh rakyat dengan luas minimal 0,25 hektar dengan penutupan tajuk tanaman kayu-kayuan dan atau jenis lainnya lebih dari 50 % dan atau tanaman sebanyak minimal 500 tanaman tiap hektar.

Menurut Simon 1998 dalam Martono D 2013, masalah yang dihadapi dalam pembangunan hutan adalah rendahnya produktifitas kawasan hutan dan adanya kemiskinan, karena kelebihan tenaga kerja di sub sistem sosial. Atas dasar masalah tersebut maka landasan filosofi yang menjadi pedoman untuk merumuskan pengolahan hutan di Jawa adalah meningkatkan produktifitas kawasan hutan ditinjau dari aspek hasil kayu untuk perum perhutani dan hasil non kayu untuk masyarakat di sekitar hutan maupun untuk menjaga kelestarian dan perlindungan alam serta lingkungan hidup.

Pembangunan hutan rakyat merupakan salah satu upaya yang digalakkan pemerintah dengan tujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang berada di sekitar hutan. Simon 1998 dalam Martono D 2013, menyatakan bahwa hutan rakyat akan memperluas kesempatan kerja bagi penduduk yang bertempat tinggal di sekitar hutan dan di dalam hutan. Pembangunan hutan rakyat tersebut dapat melibatkan seluruh penduduk disekitarnya, sehingga akan memperoleh kesempatan memanfaatkan waktunya secara maksimal. Pembangunan hutan rakyat ini juga bertujuan untuk meningkatkan suplai bahan baku bagi keperluan industri dan masyarakat. Sasaran pembangunan hutan rakyat ini terbagi menjadi 3 sasaran fisik lingkungan hidup (*enviroment*), sasaran sosial ekonomi (*prosperity*) serta sasaran keamanan dan keutuhan hutan negara (*security*).

Sistem Verifikasi dan Legalitas Kayu (SVLK) merupakan sistem pelacakan yang disusun secara multistakeholder untuk memastikan legalitas sumber kayu yang beredar dan diperdagangkan di Indonesia . Sistem Verifikasi Legalitas Kayu (SVLK) dikembangkan untuk mendorong implementasi peraturan pemerintah yang berlaku terkait perdagangan dan peredaran. SVLK merupakan upaya Indonesia dalam memberikan jaminan legalitas bahwa kayu dan produk kayu yang berasal dari Indonesia adalah bersumber dari bahan baku legal dan berasal dari hutan yang dikelola secara lestari, maka untuk setiap produk kayu dimana bahan bakunya berasal dari impor juga harus berasal dari sumber yang legal dan diproduksi dengan tidak melanggar hukum di negara tempat asal pohon produk dipanen. <http://silk.dephut.go.id/index.php/info/svlk> diunduh tanggal 2 mei 2016 jam 11.00 WIB.SILK (Sistem Informasi Legalitas Kayu)

Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur cadangan karbon dari pohon mindi (*Melia azedarach, L*) dengan melakukan perusakan (metode *destruktif*) yang dilanjutkan dengan pembuatan rumus allometrik penyusun hutan rakyat pada hutan rakyat bersertifikat SVLK, khususnya di daerah penelitian.

## METODE PENELITIAN

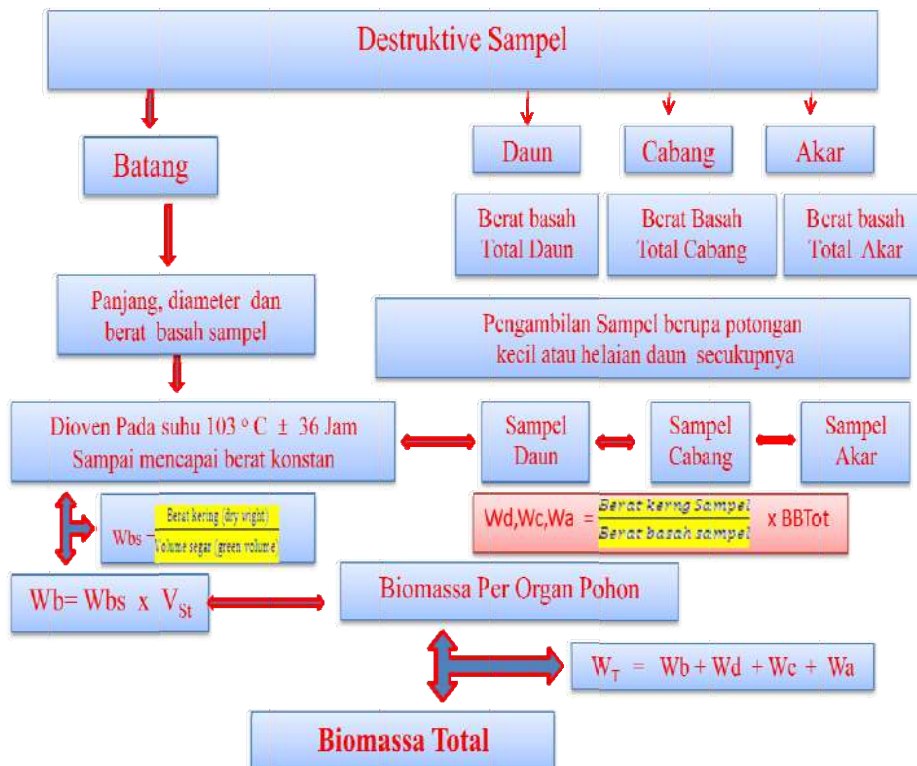
Penelitian ini dilaksanakan di Desa Ngiliran, Bedagung dan Jabung Kecamatan Panekan Kabupaten Magetan. Penelitian lapangan dilakukan selama 2 (dua) bulan.

Bahan dari penelitian ini adalah lahan milik rakyat yang merupakan anggota dari PPHR Lawu Lestari di Desa Ngiliran, Bedagung dan Jabung Kecamatan Panekan Kabupaten Magetan.

Sedangkan Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah : Chainsaw, Cangkul, *Pecok*, Golok, Timbangan gantung, Timbangan Ohaus, Pita meter, Tali plastik, Open, Kertas Pembungkus, Kamera dan Alat tulis.

Pembuatan persamaan *allometrik* dilakukan dengan cara *destructive* yaitu melakukan penebangan pada pohon-pohon sampel terpilih dari 3 (tiga) desa yang merupakan desa dimana terdapat petani-petani hutan rakyat yang merupakan anggota dari PPHR Lawu Lestari. Sedangkan pohon yang ditebang adalah pohon mindi dimana masing-masing desa ditebang sebanyak 10 (sepuluh) pohon, pelaksanaannya dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya, mengeringkannya dan menimbang berat basah maupun keringnya lalu dicari biomasanya.

Menurut Brown, 1997; Ketterings . 2001 dalam Yuniawati 2011 menyebutkan bahwa massa karbon dianggap sama dengan 50% biomassa atau faktor konversinya = 0,5 dalam menduga potensi massa karbon suatu tegakan tanpa memperhatikan jenis biomassa dan umur tegakan. Alur pelaksanaan penelitiannya seperti pada alur di bawah ini :



Gambar 1. Alur Penelitian metode destructive.

$$\text{Kadar karbon} = \text{Biomasa total} \times 0,5$$

Data kandungan karbon yang sudah didapatkan kemudian dibuat dalam suatu persamaan allometrik dengan model regresi. Pembuatan model regresi bertujuan untuk memperkirakan atau menaksir besarnya efek kuantitatif dari satu parameter yang lain. Secara umum model regresi mempunyai bentuk persamaan regresi dan transformasinya disajikan pada tabel 1 sebagai berikut (Sulaiman, 2004)

Tabel 1. Tabel Persamaan Regresi dan Transformasinya :

Bentuk	Persamaan	Bentuk Linier
Linear	$Y = a + bX$	$Y = a + bX$
Quadratic	$Y = a + bX + cX^2$	$Y = a + bX + cX^2$
Cubic	$Y = a + bX + cX^2 + dX^3$	$Y = a + bX + cX^2 + dX^3$
Logarithm	$Y = a + b \ln X$	$Y = a + b \ln X$
Inverse	$Y = a + b/X$	$Y = a + b/X$
Compound	$Y = ab^x$	$\ln Y = \ln a + X \ln b$
Power	$Y = a X^b$	$\ln Y = \ln a + b \ln X$
Sigmoid	$Y = e^{a+b/t}$	$\ln Y = a + b/t$
Growth	$Y = e^{a+bx}$	$\ln Y = a + bx$
Eksponensial	$Y = a (e^{bx})$	$\ln Y = \ln a + bx$
Logistic	$Y = (1/u + ab^2)^{-1}$	$\ln (1/Y - 1/u) = \ln a + \ln b$

Pemilihan model regresi didasarkan pada nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ), tertinggi serta jumlah kuadrat error (*residual sum of square*) yang terkecil. Selain itu juga dilakukan pengujian model regresi dengan menggunakan uji varian (Anova) untuk mengetahui taraf signifikansi dari masing-masing persamaan yang dihasilkan. Pengolahan data menggunakan SPSS Statistics 17.

## HASIL DAN PEMBAHASAN.

### Penghitungan Biomassa

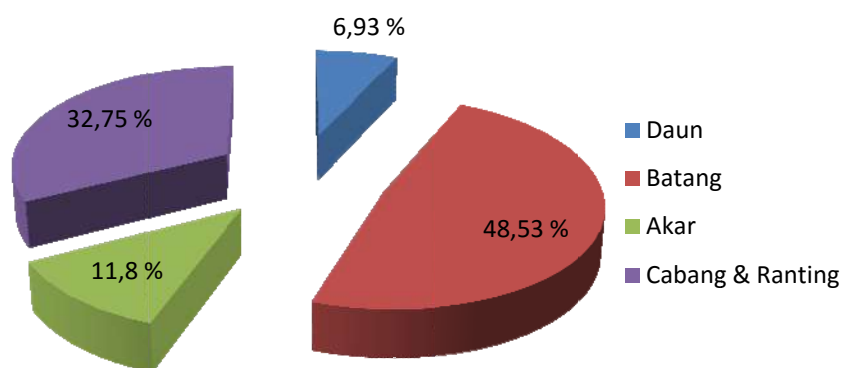
Hasil perhitungan rata-rata biomassa pohon mahoni per bagian pohonnya seperti pada tabel 2. Dibawah ini :

Tabel 2. Hasil perhitungan rata-rata biomassa pohon mahoni per bagian pohon

No	Pohon	Biomassa bagian									
		Daun		Cabang dan Ranting		Akar		Batang		Total	
		gram	Prosen	gram	Prosen	gram	Prosen	gram	Prosen	gram	Prosen
1.	Mindi	25747,0	6,93	121729,0	32,75	43856,2	11,80	180388,1	48,53	371720,3	100,00

Sumber : pengolahan data lapangan

Sedangkan sebaran biomassa per bagian pohon seperti pada diagram di bawah ini :



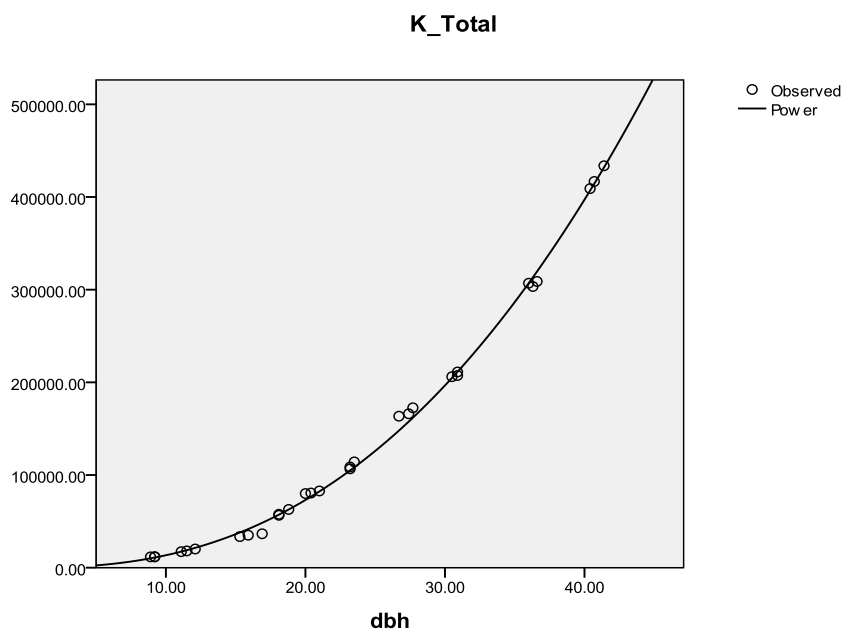
Gambar 2. Sebaran Biomassa per Bagian Pohon

Berdasarkan gambar 2 diatas, terlihat bahwa bagian batang merupakan bagian yang mempunyai nilai prosentase biomassa paling tinggi (48,53 %), hal ini sesuai dengan penelitian dari Haygreen dan Bowyer (1989) bahwa bagian batang pohon utama umumnya memiliki zat penyusun kayu (jaringan xylem) lebih banyak dibandingkan bagian pohon lainnya (cabang dan ranting, tingginya kadar karbon pada batang disebabkan karbon merupakan unsur yang dominan dalam kayu. Kayu tersusun dari selulosa, hemiselulosa, lignin, dan zat ekstraktif yang sebagian besar tersusun dari unsur karbon. Urutan kedua bagian Cabang dan ranting (32,75 %), baru akar (11,80 %) dan terakhir daun (6,93 %) rendahnya kadar karbon pada daun disebabkan pada daun banyak terdapat jaringan bersifat parenkhim yang ber dinding tipis dan penyusun dinding jaringan tersebut bukan hanya terdiri dari selulosa saja, tetapi juga bahan pektin dan lignin hampir tak ada. Lagi pula produk fotosintesis pada daun segera ditranslokasikan ke seluruh bagian pohon guna menjalani proses metabolisme lebih lanjut (asimilasi, biosintesis, dan sebagainya). Sedangkan pada akar, selain terdapat jaringan xylem (kayu), juga banyak terdapat jaringan phloem dan parenkim. Baik jaringan phloem maupun parenkim tersebut memiliki dinding tipis dan lignin hampir tak ada (Holman and Robbin, 1973

### Pendugaan Kandungan Karbon

Hasil perhitungan biomassa dari masing-masing jenis pohon kemudian diduga berapa besar kandungan karbonnya menurut Brown, 1997; Ketterings . 2001 dalam Yuniawati 2011 yang menyebutkan bahwa massa karbon dianggap sama dengan 50% biomassa atau faktor konversinya = 0,5 dalam menduga potensi massa karbon suatu tegakan tanpa memperhatikan jenis biomassa dan umur tegakan. Hasil dari pendugaan karbonnya dibuat model persamaan allometrik dengan memakai SPSS statistics 17 dan dipilih model persamaan yang tepat didasarkan pada nilai  $R^2$  terbesar dan jumlah kuadrat error (residual sum of square) paling kecil serta signifikan berdasarkan analisis varians (anova), maka model yang paling tepat untuk pohon mahoni adalah  $Y = 246,123 d^{1,986}$ . Hubungan antara diameter setinggi dada (dbh) dengan kandungan karbon pohon mahoni dengan model persamaan  $Y = 246,123 d^{1,986}$  disajikan pada gambar 3 di bawah ini :





Gambar 3. Hubungan Diameter setinggi dada (dbh) dengan kandungan karbon pohon mahoni dengan model persamaan allometrik  $Y = 246,123 d^{1,986}$

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 2016 Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas, Mindi Kecil. [https://id.wikipedia.org/wiki/Mindi\\_kecil](https://id.wikipedia.org/wiki/Mindi_kecil). Diunduh tanggal 20 April 2016 jam 20.00 WIB
- BPKH Wilayah XI. 2009. *Allometrik* berbagai jenis pohon untuk menaksir kandungan biomassa dan karbon di hutan rakyat. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Martono D, 2013, Kajian Potensi Milik Rakyat Dalam Menghasilkan Kayu di Kecamatan Kare Kabupaten Madiun, Laporan Akhir Penelitian Dosen Pemula. Madiun
- ....., 2014, Kajian Peranan Kayu Lahan Milik Rakyat Terhadap Pendapatan Rumah Tangga Pengelolanya (Studi Kasus di Kecamatan Kare Kabupaten Madiun), Laporan Akhir Penelitian Dosen Pemula. Madiun
- FWI , 2009. Pendugaan Potensi Karbon di Kawasan Hutan. Diunduh tanggal 12 April 2015, sumber <http://fwi.or.id/publikasi/penghitungan-potensi-karbon-di-kawasan-hutan-pengelolaan-oleh-masyarakat-secara-lestari-dan-berkelanjutan/>
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1989. Hasil hutan dan ilmu kayu. Suatu pengantar. GadjahMada University Press.Yogyakarta.
- Holman, R and W.W. Robbins. 1973. Elements of botany. Fifth edition John Wiley and Sons, Inc. New York. Toronto. London
- Lukito Martin, 2010. Inventarisasi Hutan Tanaman Kayu Putih (*Mellaleuca cajuputi* sbsp *cajuputi* Powell) Dalam Menghasilkan Biomassa dan Karbon Hutan. TESIS (Tidak

- dipublikasikan) Program Pascasarjana Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Rahayu S dan Hairiah K, 2007, Petunjuk praktis pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan. World Agroforestry Centre ICRAF Southeast Asia Regional Office. Bogor.
- Setiahadi et al, 2014. Model Penghitungan Cadangan Karbon (*carbon Stock*) Hutan Rakyat Bersertifikat SVLK (Sistem Verifikasi Legalitas Kayu) untuk Penyusunan PDD (*Project Document Design*) Tahun 1. Madiun
- Subekti Rahayu et all, 2004, Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Pengelolaan Lahan di Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur. Diunduh tanggal 12 April 2015, sumber <http://www.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/book/BK0089-05/BK0089-05-2.pdf>
- Sulaiman, W. 2004. Analisis Regresi Menggunakan SPSS Contoh Kasus dan Pemecahannya. ANDI. Yogyakarta
- Yuniawati, Ahmad Budiawan dan Elias, 2011. Estimasi Potensi Biomasa Dan Massa Karbon Hutan Tanaman *Acacia crassicarpa* Di Lahan Gambut. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 29 No. 4, Desember 2011: 343-355

# DESAIN APLIKASI E-COMMERCE CUSTOMER TO CUSTOMER DENGAN COBIT 4.1 DOMAIN DECISION AND SUPPORT

Fardiana Karuniawati <sup>1)</sup>, Dwi Nor Amadi <sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
email : fardiana.karuniawati@gmail.com

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
email : dwinor@unmer-madiun.ac.id

## Abstract

The development of e-Commerce in the world is very quickly, this happens because of the magnitude of the internet users in the world. Indonesia as the country with the number of internet users in 2014 of 83 million, placing it 8th in the rankings of the world (kominfo.go.id). In Indonesia, many companies make E-Commerce, many forms of E-Commerce that are used for activities to support trade between Business to Customer and Customer to Customer. From both of these forms, the system E-Commerce Customer to Customer is a most used. An E-Commerce System simultaneously to process transactions across multiple sites make users have to adapt to the system. To handle that the equalization transaction system is needed so that users can be more secure and comfortable in dealing with, the help of the E-Commerce using CobiT.

**Keywords:** *E-Commerce, Costumer to Costumer, CobiT 4.1.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan e-Commerce di dunia sangat cepat, hal ini terjadi karena besarnya pengguna internet di dunia. Banyaknya pengguna internet membuat semakin bermunculnya layanan yang berbasis internet. e-Commerce merupakan salah satu bentuk perkembangan layanan berbasis internet, layanan ini memungkinkan transaksi pembelian, penjualan, transfer, pertukaran produk dengan menggunakan jaringan komputer (Turban, 2012).

Di Indonesia terdapat banyak perusahaan yang membuat E-Commerce, banyak bentuk E-Commerce yang digunakan untuk kegiatan perdagangan untuk menunjang antara perusahaan dengan pelanggan (Business to Customer) dan pelanggan dengan pelanggan (Customer to Customer). Dari kedua bentuk tersebut, sistem E-Commerce yang Customer to Customer banyak dipakai. Beberapa situs yang terkenal adalah OLX.com, Tokopedia.com, Bukalapak.com

Ketidak samaan sistem E-Commerce untuk proses transaksi di beberapa situs membuat pengguna harus beradaptasi dengan sistem tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan

penyamaan sistem transaksi agar pengguna dapat lebih aman dan nyaman dalam bertransaksi dengan bantuan E-Commerce tersebut dengan menggunakan Cobit.

## TINJAUAN PUSTAKA

### E-Commerce

*Electronic Commerce (E-Commerce)* adalah proses pembelian, penjualan atau pertukaran produk, jasa dan informasi melalui jaringan computer (Turban, 2002). E-Commerce merupakan bagian dari e-business, ruang lingkup e-business lebih luas, tidak sebatas perniagaan tetapi mencakup juga pengkolaborasi mitra bisnis, pelayanan nasabah, lowongan pekerjaan dan lain-lain. Selain teknologi jaringan Web, E-Commerce juga memerlukan teknologi basis data atau pangkalan data (database), e-surat atau surat elektronik (e-mail), dan bentuk teknologi non komputer yang lain seperti halnya sistem pengiriman barang, dan alat pembayaran untuk E-Commerce.

### C2C online marketplaces

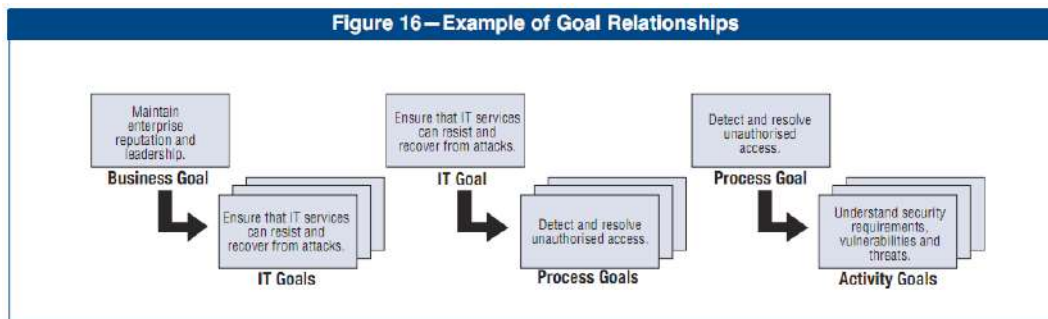
Menurut jurjenoja (2015), *C2C online marketplaces* merupakan kegiatan jual beli dengan platform berbasis internet antar pengguna pribadi yang tidak bertindak sebagai penjual barang atau jasa. Adapun beberapa situs yang menggunakan system ini merurut Maxmanroe.com antara lain Tokopedia dan Lamido, adapun system ini menawarkan beberapa bentuk layanan diantaranya:

- a. menawarkan situs sebagai media promosi barang dagangannya.
- b. memberikan layanan metode pembayaran dari transaksi online yang dilakukan.

### COBIT

*Control Objective for Information and Related Technology (COBIT)* adalah kerangka kerja yang dibuat oleh ISACA (*Information Systems Audit and Control Association*) untuk manajemen IT dan *IT governance* sebagai alat pendukung yang memungkinkan manajer untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan kontrol, masalah teknis dan resiko bisnis (*COBIT Steering Committee and the IT Governance Institute, 2000*). COBIT merupakan pedoman dalam tata kelola teknologi informasi dimana pedoman ini menggunakan manajemen, layanan teknologi informasi, kontrol, audit, dan semua yang berhubungan dengan proses bisnis dalam pengukuran teknologi informasi. COBIT membantu tata kelola teknologi informasi yang menghubungkan IT dengan bisnis perusahaan (ISACA, 2007).

Dalam kerangka kerja COBIT 4.1 tujuan IT (*IT Goals*) menjadi salah satu komponen kerangka kerja IT. Keterhubungan *Goals* dalam COBIT terjadi dimana *Business Goals* menjadi dasar tujuan pengembangan IT dan untuk mengaplikasikannya ditentukan *IT Goals* dalam merealisasikan tujuan tersebut seperti yang digambarkan dalam Gambar 2.1



*Gambar 1 Keterhubungan Goals (IT Governance Institute, 2007)*

Didalam penentuan Tujuan bisnis COBIT memiliki 4 perspektif tujuan yang menjabarkan beberapa sub tujuan bisnis (*IT Governance Institute, 2007*) adapun bentuk tujuan bisnis didalam COBIT dapat dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Tujuan bisnis(*IT Governance Institute, 2007*)

Perspektif	Tujuan bisnis
Perspektif Keuangan	Menghasilkan Return of Investment (ROI) yang baik dari investasi bisnis terhadap IT
	Mengelola keterhubungan IT dengan resiko bisnis
	Meningkatkan tata kelola perusahaan dan transparansi
Perspektif Pengguna	Meningkatkan orientasi dan layanan pelanggan
	Menghasilkan produk dan pelayanan yang kompetitif
	Membuat layanan yang terus menerus dan tersedia
	Memudah dalam merespon perubahan kebutuhan bisnis
	Mencapai optimasi biaya dalam pendelegasian layanan
Perspektif Internal	Mendapatkan informasi yang dapat diandalkan dan berguna untuk pengambilan keputusan strategis
	Memperbaiki dan meningkatkan fungsionalitas proses bisnis
	Mengurangi biaya proses
	Menyediakan kepatuhan terhadap undang undang eksternal, regulasi dan kontrak kerja
	Menyediakan kepatuhan terhadap aturan internal
Perspektif Pembelajaran dan Pertumbuhan	Mengelola produk dan inovasi bisnis
	Memberikan solusi dan perbaikan kemampuan dan motivasi pengguna

Setelah melakukan identifikasi Tujuan bisnis (Business Goals) proses selanjutnya adalah melakukan identifikasi Tujuan IT (*IT Goals*) adapun tujuan IT yang mengacu pada standar Cobit 4.1 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Tujuan IT (Sarno, 2009)

No	Tujuan IT
1	Respon terhadap kebutuhan bisnis yang selaras dengan strategi bisnis

2	Respon terhadap kebutuhan tata kelola yang sesuai dengan arahan kepemimpinan puncak
3	Kepastian akan kepuasan pengguna akhir dengan penawaran tingkat layanan
4	Pengoptimalan dari penggunaan informasi
5	Pendefinisian bagaimana kebutuhan fungsional bisnis dan kontrol diterjemahkan dalam solusi yang efektif dan efisien
6	Pendefinisian bagaimana kebutuhan fungsional bisnis dan kontrol diterjemahkan dalam solusi otomatis yang efektif dan efisien
7	Perolehan dan pemeliharaan sistem aplikasi yang standar dan terintegrasi
8	Perolehan dan pemeliharaan infrastruktur IT yang sesuai kriteria dan terintegrasi
9	Perolehan dan pemeliharaan kemampuan IT dalam merespon strategi IT
10	Jaminan akan kepuasan yang saling menguntungkan dengan pihak ketiga
11	Jaminan akan konsistensi terhadap integrasi aplikasi dalam proses bisnis
12	Jaminan transparansi dan pemahaman terhadap biaya IT , keuntungan, strategi, kebijakan dan tingkatan layanan
13	Jaminan akan penggunaan dan kinerja dari aplikasi serta solusi teknologi yang sesuai
14	Kemampuan memberikan penjelasan dan perlindungan terhadap aset aset IT
15	Optimalisasi infrastruktur, sumber daya dan kemampuan IT
16	Pengurangan terhadap ketidak lengkapan dan pengelolaan kembali solusi dan penyampaian layanan
17	Perlindungan terhadap pencapaian sasaran IT
18	Penentuan kejelasan mengenai resiko dari dampak bisnis terhadap sasaran dan sumber daya IT
19	Jaminan bahwa informasi yang kritis dan rahasia disembunyikan dari pihak yang berkementingan
20	Kepastian bahwa transaksi bisnis secara otomatis dan pertukaran informasi dapat dipercaya
21	Jaminan bahwa layanan dan infrastruktur IT dapat sepatutnya mengatasi dan memulihkan kegagalan karena eror, serangan yang disengaja maupun bencana alam
22	Kepastian akan minimnya dampak bisnis dalam kejadian menggunakan layanan ataupun perubahan IT
23	Jaminan bahwa layanan IT yang tersedia sesuai dengan yang dibutuhkan
24	Peningkatan terhadap efisiensi biaya IT dan kontribusinya terhadap keuntungan bisnis
25	Penyampaian rancangan tepat waktu dan sesuai dengan kualitas standar maupun anggaran biaya
26	Pemeliharaan terhadap integritas informasi dan persesan infrastruktur
27	Kepastian bahwa ITsearas dengan regulasi dan hukum yang ada
28	Jaminan bahwa IT dapat mewujudkan kualitas layanan yang efisien dalam hal biaya, perbaikan yang berkelanjutan dan kesiapan terhadap perubahan dimasa mendatang

Antara tujuan bisnis dengan tujuan IT memiliki keterkaitan, satu tujuan bisnis memiliki beberapa tujuan IT. Berdasarkan hal tersebut dapat dilihat bentuk keterkaitannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 keselarasan tujuan bisnis (*Business Goal*) dan Tujuan IT (*IT Goal*) (Sarno ,2009)

Perspektif	Tujuan bisnis	Tujuan IT						
Perspektif Keuangan	Menghasilkan Return of Investment (ROI) yang baik dari investasi bisnis terhadap IT	24						
	Mengelola keterhubungan IT dengan resiko bisnis	2	14	17	18	19	21	22
	Meningkatkan tata kelola perusahaan dan tranparansi	2	18					

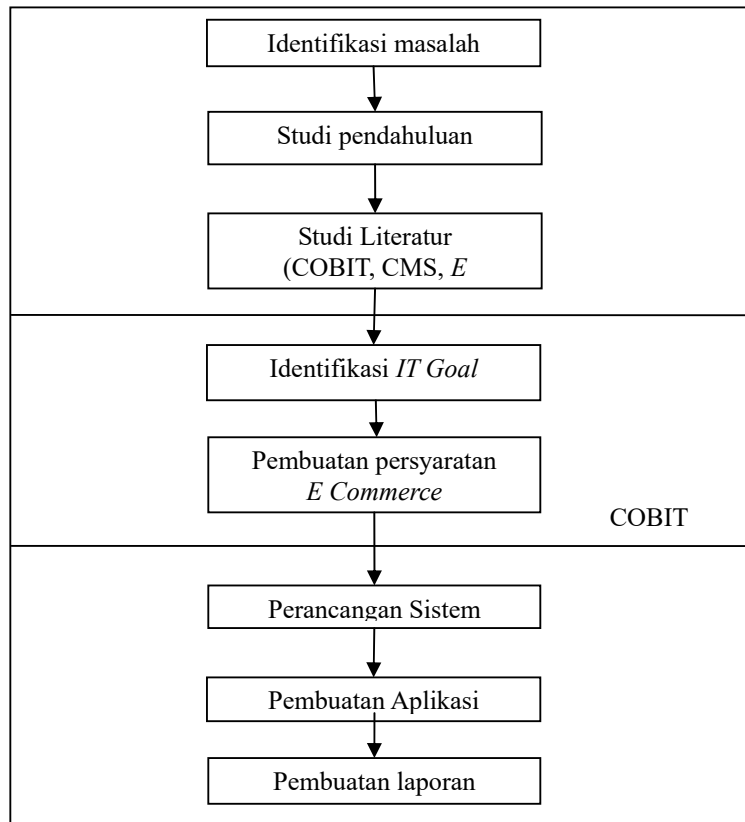
Perspektif Pengguna	Meningkatkan orientasi dan layanan pelanggan	3	23				
	Menghasilkan produk dan pelayanan yang kompetitif	5	24				
	Membuat layanan yang terus menerus dan tersedia	10	16	22	23		
	Memudah dalam merespon perubahan kebutuhan bisnis	1	5	25			
	Mencapai optimasi biaya dalam pendelegasian layanan	7	8	10	24		
	Mendapatkan informasi yang dapat diandalkan dan berguna untuk pengambilan keputusan strategis	2	4	12	20	26	
Perspektif Internal	Memperbaiki dan meningkatkan fungsionalitas proses bisnis	6	7	11			
	Mengurangi biaya proses	7	8	13	15	24	
	Menyediakan kepatuhan terhadap undang undang eksternal, regulasi dan kontrak kerja	2	19	20	21	22	27
	Menyediakan kepatuhan terhadap aturan internal	2	13				
	Mengelola perubahan bisnis	1	5	6	11	28	
	Memperbaiki dan meningkatkan produktifitas operasional dan staf	7	8	11	13		

Proses IT dalam COBIT terdiri dari 4 domain *Plan and Organize, Acquire and Implementation, Deliver and Support, Manage and Evaluate*.

1. *Plan and Organise (PO)* Domain ini melakukan perancangan dan mengorganisasikan pelayanan dan pengarahannya meliputi strategi dan taktik, serta identifikasi IT dapat berkontribusi dalam pencapaian tujuan bisnis.
2. *Acquire and Implement (AI)* Domain ini menggambarkan perubahan dan pemeliharaan dari sistem yang ada selaras dengan sasaran bisnis.
3. *Deliver and Support (DS)* Domain ini memberikan solusi dengan menyampaikan hasil dari layanan yang diminta, juga pengelolaan keamanan, dukungan layanan serta fasilitas.
4. *Monitor and Evaluate (ME)* memonitor seluruh proses untuk memastikan bahwa arahan di ikuti.

## METODE PENELITIAN

Dalam prosedur penelitian terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, adapun tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Metodologi penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Identifikasi IT goal

Identifikasi IT goal dilakukan untuk memfokuskan tujuan yang ingin dicapai dalam IT. adapun tujuan IT dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5. Poin IT Goals desain E-Commerce

No	Tujuan IT (IT Goal)
1	Respon terhadap kebutuhan bisnis yang selaras dengan strategi bisnis
2	Respon kebutuhan tata kelola sejalan dengan arah perusahaan
3	Kepastian akan kepuasan end user dengan penawaran dan tingkat layanan
4	Pendefinisian bagaimana kebutuhan fungsional bisnis dan control diterjemahkan dalam solusi otomatis yang efektif dan efisien
5	Jaminan bahwa layanan IT yang tersedia sesuai dengan yang dibutuhkan
6	Peningkatan terhadap efisiensi biaya IT dan kontribusinya terhadap keuntungan bisnis
7	Penyampaian rancangan tepat waktu dan sesuai dengan kualitas standar anggaran biaya
8	Pemeliharaan terhadap integritas informasi dan pemrosesan infrastruktur



**b. Identifikasi proses IT**

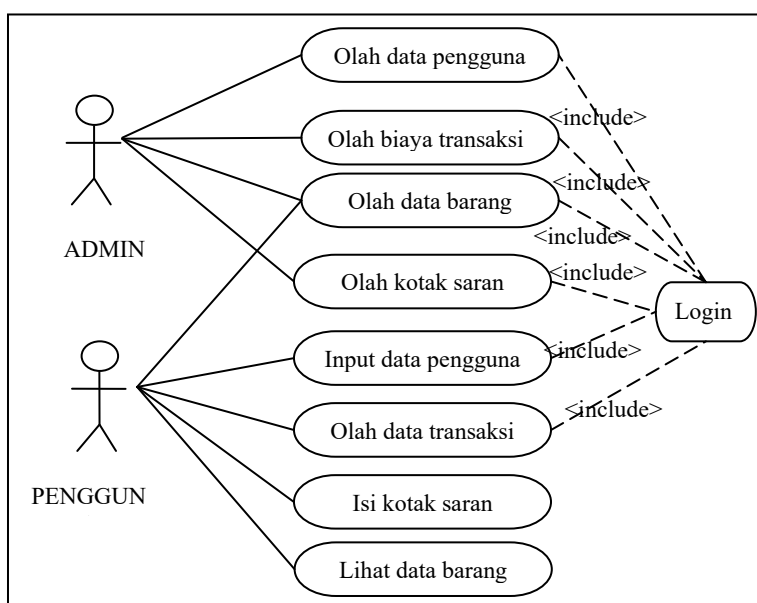
Penentuan Proses IT diidentifikasi berdasarkan atas keterhubungan *IT Goals* yang sudah dibuat. Proses IT yang diidentifikasi dibatasi dengan hanya untuk satu domain yaitu *Deliver And Support (DS)*, domain ini digunakan untuk lebih menitik beratkan pengelolaan IT dalam hal dukungan terhadap fasilitas, pelayanan, dan keamanan Sistem Informasi. Adapun proses IT desain *E-Commerce Customer to Customer* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Proses IT desain *E-Commerce domain DS*

Proses IT	Keterangan
DS1	Mendefinisikan dan mengelola tingkat pelayanan
DS3	Mengelola kinerja dan kapasitas
DS4	Memastikan pelayanan yang terus menerus
DS5	Memastikan keamanan system
DS6	Identifikasi dan mengalokasi biaya
DS7	Mendidik dan melatih pengguna
DS8	Mengelola <i>service desk</i> dan insiden

**c. Perancangan system**

Perancangan system dimulai dengan perancangan UML, adapun bentuk perancangan system. Adapun Use Case desain system ecommerce dapat dilihat pada gambar 3.

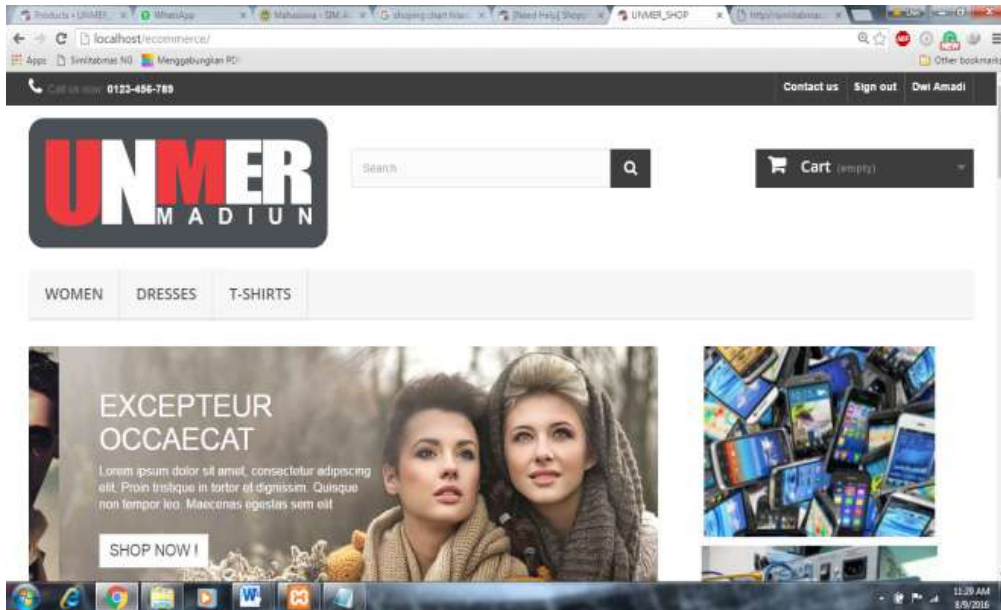


Gambar 3. Use Case E Commerce

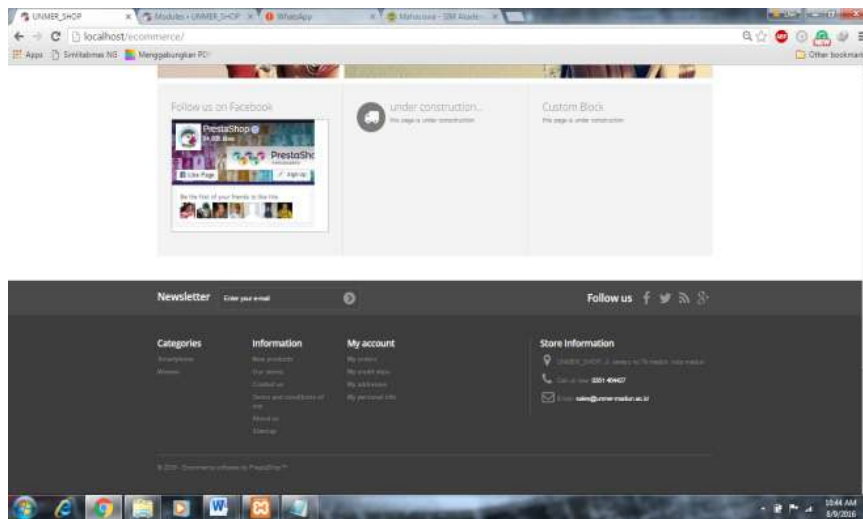
**d. Output sistem**

Output dari hasil kegiatan penelitian sesuai dengan tahapan yang ada pada metode penelitian yang dipakai dan sudah berhasil dirancang aplikasi ecommerce dengan pendekatan analisis cobit. Dimana aplikasi ini dirancang dengan menggunakan framework prestashop 1.6. framework ecommerce yang sudah dirancang ini nantinya akan diupload pada server hosting sehingga dapat diakses dari manapun menggunakan media internet dengan alamat web [www.unmer-shop.com](http://www.unmer-shop.com).

Aplikasi ecommerce bisa diakses dengan menggunakan browser chrome atau mozilla untuk hasil terbaik untuk mengaksesnya menggunakan url [www.unmer-shop.com](http://www.unmer-shop.com) tampilan awal di tunjukkan pada gambar 3

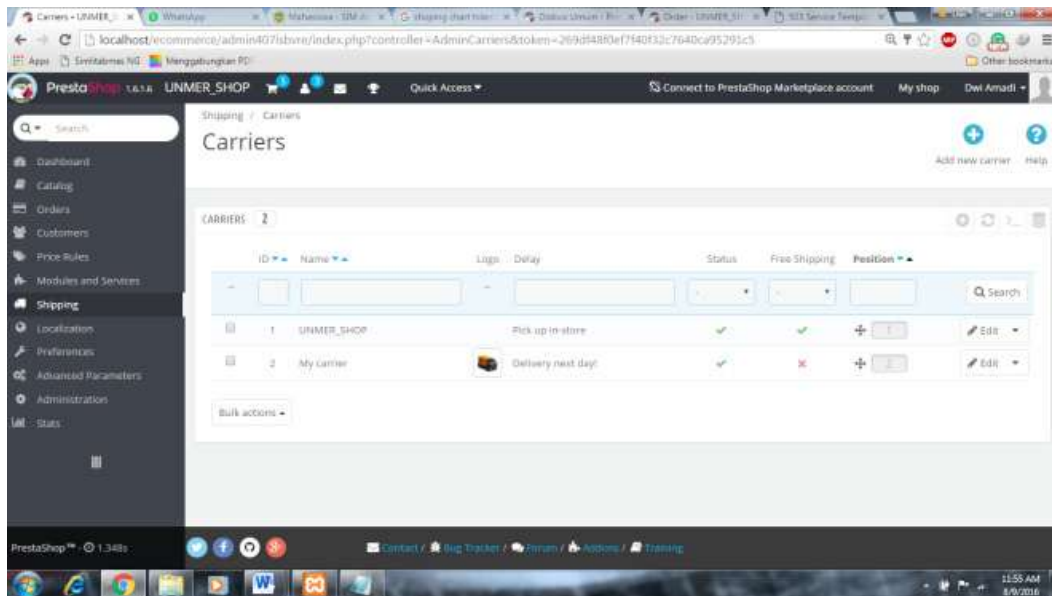


Gambar 4. Antar Muka E-commerce



Gambar 5. Halaman depan atas

Menu pengiriman berisi rule atau aturan tentang pengiriman barang dan ekspedisi apa yang akan dipakai dengan cara memasukkan ekspedisi yang akan dipakai dan menentukan rule pengiriman, misalnya dikirim hari esok, hari ini sampai, atau pick up delivery maupun cash on delivery



Gambar 6. Pengiriman

## REFERENSI

- ISACA, 2007, *COBIT 4.1: Enabling Processes is available as a complimentary*, IT Governance Institute, Illinois, USA.
- IT Governace Institute, 2008, *COBIT 4.1 Framework, Control Objectives, Management Guidelines, Maturity Models*.
- Jurjenoja, J.,2015, *C2C e-commerce: From a fad to a major phenomenon*, Kaupan litto.
- Kominfo.go.id."Kominfo: jumlah pengguna internet di indonesia mencapai 83 juta",[http://kominfo.go.id/index.php/content/detail/3980/Kemkominfo%3A+Pengguna+Internet+d+i+Indonesia+Capai+82+Juta/0/berita\\_satker#.VUFRL9Ltmko](http://kominfo.go.id/index.php/content/detail/3980/Kemkominfo%3A+Pengguna+Internet+d+i+Indonesia+Capai+82+Juta/0/berita_satker#.VUFRL9Ltmko)(diambil 29 april 2015)
- Maria, E., Fibriani, C., Sinatra, L., 2012, *The Measurement of Information Technology Performance in Indonesian Higher Education Institutions in The Context of Achieving Institution Business Goals Using Cobit Framework Version 4.1*, *Journal of Arts, Science & Commerce* 3 (3), 2231-4172.
- Maxmanroe , Mengenal 5 Bentuk Bisnis Ecommerce Yang Ada Di Indonesia, diambil pada tanggal 28 juli 2016, <https://www.maxmanroe.com/mengenal-5-bentuk-bisnis-ecommerce-yang-ada-di-indonesia.html>
- Rosmala, D. dkk, 2012, Implementasi Aplikasi Website E-Commerce Batik Sunda Dengan Menggunakan Protokol Secure Socket Layer (Ssl), *Jurnal Informatika* Vol 3(3)
- Savrul, M. dkk, 2014, *The Potential of E-commerce for SMEs in a Globalizing Business Environment*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 150 ( 2014 ) 35 – 45
- Turban, E., 2012, *Electronic Commerce : A Management and social network perceptive*, Prentice Hall
- Turban, E.,2002, *Introduction to e-commerce*, Prentice Hall

# STUDI DEFORMASI SUBGRADE TANAH LUNAK DI BAWAH PERKERASAN KAKU YANG DIPERKUAT KOLOM SOIL CEMENT

Fendi Hary Yanto<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Staff Pengajar Fakultas Teknik Sipil Universitas Merdeka Madiun,  
email: fendi.mektan@gmail.com

## Abstract

This study aims to determining the amount of rigid pavement structure deformity on soft soil and to strengthen the effectiveness of soil-cemented column. An analysis of soil degradation is effectively done by modeling and simulation process that is based on the finite element methods using geotechnical software, while determining the effectiveness of the strengthening methods based upon the comparison of deformity value between diameter and space configuration. The nine configured modeling include Diameter soil-cemented column in 0.3 m, 0.5 m and 0,7m setting up a square distance system in 2m, 1.5m and 1m. The conducted studies will prove that a large mass of land fall will occur if the road is not well strengthened resulting into damaging the road pavement structure. However, the most efficient way is when using the retrofitting soil-cemented columns in diameter configuration of 0.3m distancing 2m which eventually lowers the risk of road deformity.

**Keywords:** *Deformity, rigid pavement, soft soil, soil-cemented column, and configuration.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan jalan sudah dimulai bersamaan dengan perkembangan umat manusia yang selalu berkeinginan untuk memenuhi kebutuhan dan berkomunikasi dengan sesama. Dengan kata lain bahwa kemajuan umat manusia sudah berkaitan erat dengan kemajuan perkembangan jalan. Jalan raya sebagai aspek yang berkaitan dengan transportasi merupakan hal yang sangat penting dari banyak kegiatan.

Perencanaan jalan tidak hanya meliputi aspek perencanaan geometrik dan perkerasan jalan akan tetapi yang tidak kalah pentingnya adalah analisis penurunan/deformasi yang terjadi pada badan jalan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan/deformasi tanah di bawah perkerasan. Hal ini akan sangat memerlukan perhatian terutama apabila perkerasan jalan terletak di atas lapisan tanah lunak yang memiliki sifat kompresibilitas tinggi.

Tanah dasar (subgrade) lunak menimbulkan banyak masalah kerusakan pada perkerasan jalan raya, sehingga perkerasan yang terletak pada tanah dasar lunak ini sering membutuhkan biaya pemeliharaan dan rehabilitasi yang besar sebelum perkerasan mencapai umur rancangannya.

Tanah lunak adalah tanah yang memiliki kuat geser undrained lapangan kurang dari 25 kPa dan kompresibilitastinggi(litbang,2001).

Dalam rangka memenuhi kebutuhan konstruksi infrastruktur dimana penggantian material untuk tanah lunak di beberapa tempat dipandang tidak efisien, maka dicari suatu cara untuk meningkatkan kualitas tanah yang ada menjadi lebih baik untuk kepentingan konstruksi infrastruktur tanpa harus mengganti tanah yang ada. Penguatan tanah lunak dengan kolom Soil-Cement memiliki banyak manfaat, termasuk potensi untuk meningkatkan daya dukung, mengurangi penurunan akibat beban, dan mempercepat konsolidasi. Dalam hal ini, kolom *Soil-Cement* yang dihasilkan sering dipadatkan dengan kepadatan yang relatif tinggi sehingga mirip dengan beton polos.

*Soil cement* berperan penting dalam memperbaiki tanah bermasalah. Di Jepang *soil cement* dengan diameter 1m telah digunakan untuk mengurangi lendutan bangunan. Soilcementdipasang dalam pola persegi atau persegi panjang. Dengan nilai UCS dari pencampuran soilcement 2 sampai 4 MPa dengan kadar semen dari 200 hingga 300 kg / m<sup>3</sup>(Hibino, 1996). Di Cina kolom soilcement dengan diameter 0,5m dan rasio luas 22%, telah digunakan untuk memperkuat pondasi gedung bertingkat. Daya dukung kolomsoilcementadalah 520-650 kPa pada kadar semen 20% (Yuewen, 1996). Menstabilisasi tanah lempung dengan kapur dengan diameter kolom 5m dan spasi antar kolom 1,4m dapat meningkatkan kekuatan geser undrained 6 - 9 kPa dan Modulus Elastisitas 60-175 kPa(Holm, dkk, 1983).

## KAJIAN LITERATUR

Tanah lunak merupakan tanah yang banyak memberikan masalah bagi struktur yang berada di atasnya baik gedung maupun konstruksi perkerasan jalan. Tanah lunak ini dibagi dalam dua tipe yaitu pasir lepas ,lempung lunak, dan gambut. Tanah lunak memiliki sifat berupa daya dukung relatif rendah, nilai kuat geser rendah, permeabilitas rendah, sifat kembang susut yang besar, dan pemampatan relatif besar yang berlangsung relatif lama. Sehingga apabila keberadaan tanah lunak ini tidak dikenali dan diselidiki secara berhati-hati dapat menyebabkan masalah ketidakstabilan dan penurunan jangka panjang yang dapat merusak struktur bangunan yang berada di atasnya.

Metode pencampuran tanah dan semen untuk membuat kolom Soil-Cement digunakan untuk memperbaiki sifat teknis tanah. Metode ini sering dikenal sebagai Deep mixing method, metoda ini menggunakan bahan stabilisasi kapur atau semen disuntikan ke dalam lahan menggunakan mesin khusus. Setelah pencampuran, semen mengalami hidrasi dan bereaksi dengan tanah untuk membentuk kolom yang lebih kaku dan lebih kuat dari tanah disekitarnya. Diameter dan panjangnya kolom tergantung pada spesifikasi proyek. Dibeberapa kasus diameter kolom dibuat antara 0,5 sampai 2,1m dan panjangnya antara 10 dan 30m (Coastal Development Institute of Technology, 2002).

Analisis penurunan struktur perkerasan, subgrade tanah lunak dan kolom soil cement dapat dilakukan dengan Metode Elemen Hingga (FEM).Metode elemen hingga yang digunakan pada analisis dengan FEM adalah cara pendekatan solusi analisis struktur secara numerik dimana astruktur kontinum dengan derajat kebebasan tak hingga disederhanakan ke dalam elemen-elemen kecil diskrit yang memiliki geometri yang lebih sederhana dengan derajat kebebasan

berhingga. Elemen-elemen diferensial ini memiliki asumsi fungsi perpindahan yang dikontrol pada tiap nodal. Pada nodal tersebut diberlakukan syarat keseimbangan dan kompatibilitas. Pada titik lain, diasumsikan perpindahan dipengaruhi oleh nilai nodal. Perpindahan diperoleh dengan menerapkan prinsip energi yang disusun dari matriks kekakuan untuk tiap elemen dan kemudian diturunkan persamaan keseimbangannya untuk setiap nodal dari elemen diskrit sesuai dengan kontribusi elemennya.

Hasil komparasi metode eksperimental dan keluaran hasil MEH menunjukkan hasil yang signifikan (Muntohar, 2013). Perilaku konsolidasi dari kolom soil cement dapat juga diprediksi menggunakan program MEH (Horpibulsuk, dkk, 2012). Serta beberapa peneliti yang menggunakan metode elemen hingga untuk perbaikan tanah lain seperti Muntohar, Suksun Horpibulsuk, dan Ali Dehghan Banadaki.

## **METODE PENELITIAN**

### **Pengumpulan data**

Data meliputi data hasil di laboratorium.

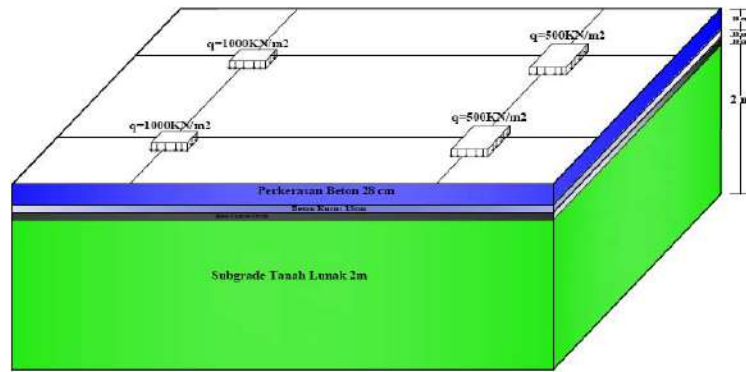
### **Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian ini adalah menggunakan program berbasis Metode Elemen Hingga yaitu :

1. Menggambar model geometris penampang jalan dan lapisan tanah (sesuai elevasi) di bawahnya beserta gambar pembebanan kendaraan yang bekerja pada permukaan jalan baik tanpa perkuatan maupun dengan perkuatan beserta variasinya. Kemudian dilanjutkan dengan menerapkan kondisi batas deformasi tanah.

Jenis Variasi yang diberikan pada masing – masing perkuatan adalah Diameter Kolom Soil Cement 0,3 m, 0,5m, dan 0,7m dengan Pola Persegi Jarak 2m, 1,5m, dan 1m.

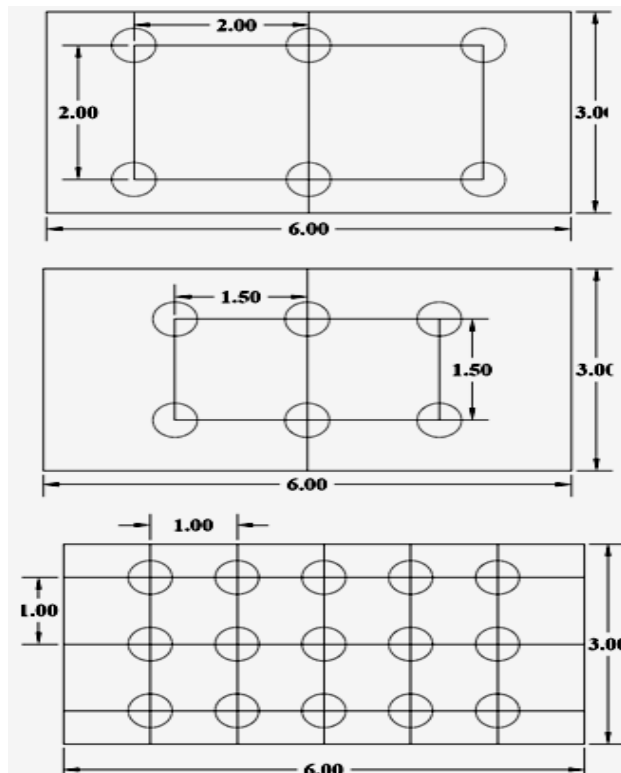
2. Memasukkan nilai parameter-parameter tanah dan besar pembebanan yang bekerja.
3. Membuat elemen Mesh (Finite Element Model) dengan tingkat kekasaran mesh yang diinginkan.
4. Menentukan kondisi awal yang berupa elevasi muka air tanah / Phreatic Level dan tekanan efektif awal / initial effective stress.
5. Melakukan kalkulasi penurunan sesuai dengan tahapan konstruksi di lapangan untuk berbagai jenis perkuatan.
6. Membuat rekapitulasi hasil penurunan dari nilai Output berupa tabel maupun kurva penurunan untuk berbagai jenis perkuatan.



Gambar 1. Pemodelan Tanpa Perkuatan



Gambar 2. Pemodelan dengan Kolom soil cement



Gambar 3. Pemodelan Konfigurasi Kolom soil cement

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Input

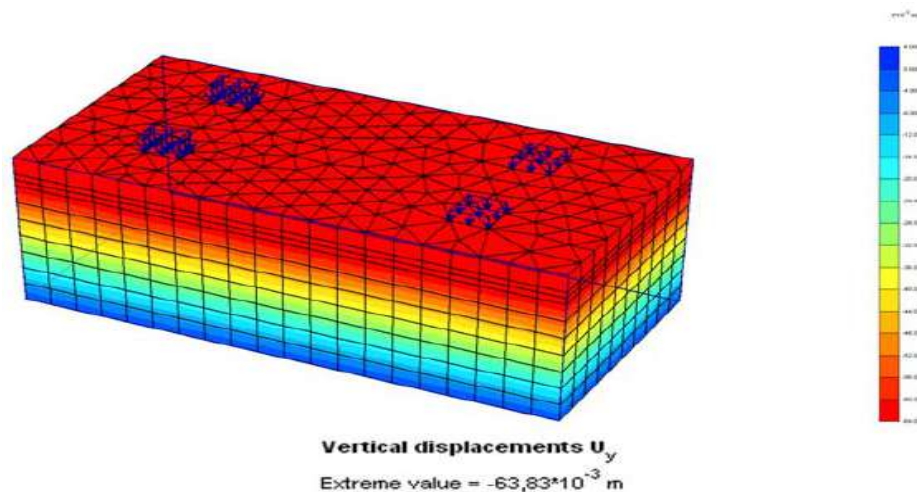
Berdasarkan data yang diperoleh baik dari pengujian laboratorium maupun korelasi parameter tiap lapis struktur perkerasan dan parameter Kolom Soil cement, diperoleh data input sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1 sebagai berikut::

Tabel.1 Parameter input material

Parameter	Beton Semen	Beton Kurus	Base Course	Subgrade	Kolom Soil Cement	Satuan
Model	Linier elastik	Linier elastik	Mohr-Coloumb	Mohr-Coloumb	Linier Elastik	-
$\gamma_{\text{unsat}}$	24	22	23,25	11,04	16,76	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{\text{sat}}$	-	-	23,25	17,09	-	kN/m <sup>3</sup>
$E_{\text{ref}}$	$27,8 \times 10^6$	$16,61 \times 10^6$	$5 \times 10^5$	500	$5,26 \times 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
$\nu$	0,2	0,2	0,35	0,35	0,15	-
$c_{\text{ref}}$	-	-	25	0,045	-	kN/m <sup>2</sup>
$\varphi$	-	-	40	0,01	-	°
$\Psi$	-	-	10	0	-	°

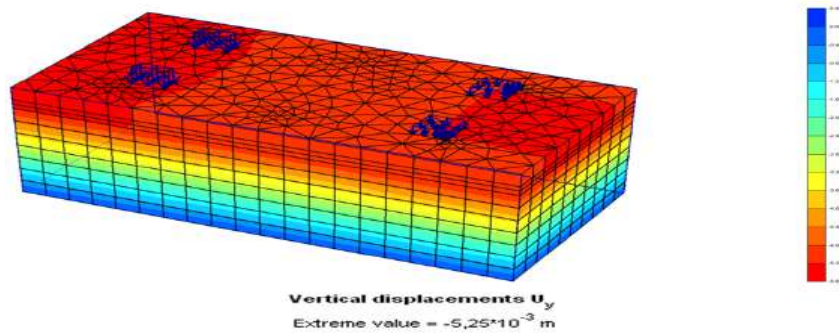
### Simulasi penurunan

Setelah proses penggambaran geometri penampang jalan dan input parameter material tanah serta kekuatannya telah dilakukan, barulah tahap kalkulasi dilakukan. Proses simulasi dilakukan untuk masing-masing perkuatan dengan berbagai variasinya untuk memperoleh jenis perkuatan yang efektif. Hasil simulasi penurunan ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 4. Simulasi tanpa perkuatan





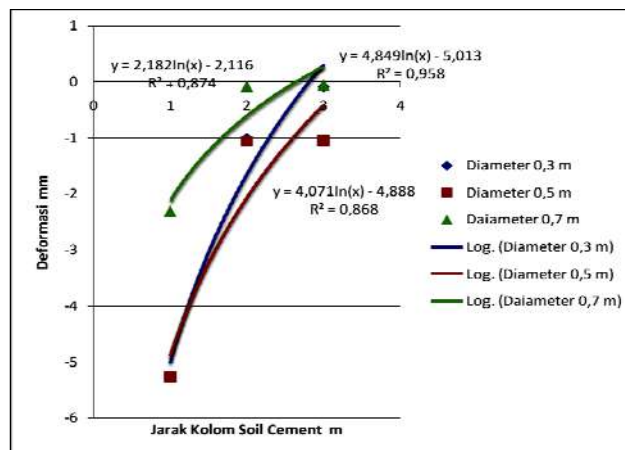
Gambar 5. Contoh Simulasi dengan perkuatan

Simulasi penurunan tanah tanpa perkuatan menunjukkan penurunan yang besar sebesar 6,3 cm sehingga melebihi deformasi yang diijinkan pada tanah di bawah konstruksi yakni 2,5 cm (J.Bowles 1988) sehingga sangat perlu untuk dilakukan metode perbaikan tanah.

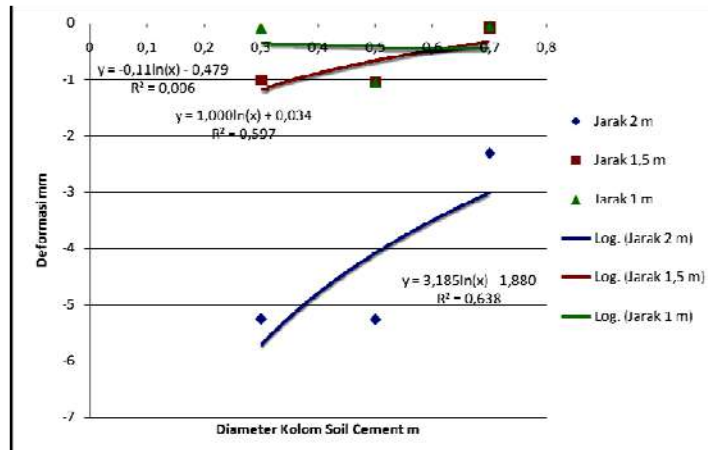
Berdasarkan hasil simulasi penurunan di atas, berikut ditampilkan rekapitulasi hasil simulasi penurunan yang paling efektif tiap jenis perkuatan sebagai berikut :

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Simulasi Deformasi

Jarak \ Diameter	1m	1,5m	2m
0,3m	-5,25mm	-1,01mm	-0,09mm
0,5m	-5,26mm	-1,06mm	-1,05mm
0,7m	-2,31mm	-0,08mm	-0,05mm



Gambar 6. Grafik hubungan Jarak Kolom Soil Cement terhadap deformasi



Gambar 7. Grafik Hubungan Diameter Kolom Soil Cement terhadap deformasi

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil simulasi deformasi diperoleh deformasi sebesar 6,3cm. Penurunan tersebut melebihi batas penurunan maksimum yang diizinkan (penurunan izin maksimum 2,5 cm *J.Bowles 1988*) sehingga sangat perlu untuk dilakukan metode perbaikan tanah.
2. Berdasarkan hasil simulasi deformasi dengan berbagai konfigurasi perkuatan, tipe konfigurasi yang direkomendasikan oleh peneliti adalah konfigurasi Diameter Kolom Soil Cement 0,3 m Pola Persegi Jarak 2 m karena koefisien korelasi yang tinggi diantara konfigurasi yang lain.

### Saran

Hendaknya dalam setiap pembangunan jalan di Indonesia selalu memperhatikan deformasi agar biaya untuk perawatan jalan yang rusak akibat deformasi dapat diminimalisir.

## REFERENSI

- Ali Dehghan Banadaki, Kamarudin Ahmad, dan Nazri Ali ,2012.Initial Settlement of Mat Foundation on Group of Cement Columns in Peat–Numerical Analysis. *EJGE Vol. 17* [2012], Bund. O
- Ali Dehghan Banadaki, Kamarudin Ahmad, Nazri Ali, Mahdy Khari, dan Payman Alimohammadi ,2013. Stabilization of Soft Soils with Deep Mixed Soil Columns – General Perspective. *EJGE Vol. 18* [2013], Bund. A
- Alwi A. ,2007. Ground Improvement on Malaysian Peat Soils Using Stabilized Peat- Column Techniques. PhD. Thesis, University Malaya, Kuala Lumpur.
- Bowles JE, 1997. Analisis dan Desain Pondasi Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Guilford, J.P. , 1956.Fundamental Statistics in Psychology and Education. (p. 145). New York: McGraw Hill.

- Hetenyi, M. , 1974. Beams on Elastic Foundation. The University of Michigan Press, United States of America.
- Hibino, S. ,1996. Monitoring of Subsidence of Building on Ground Improved by Deep Mixing Method. Proc. 2nd Int. Conf. On Ground Improvement Geosystems, 14-17 May, 1996, IS-Tokyo '96, Vol. 1, 595-601.
- Holm, G., Tränk, R., Ekström, A. and Torstensson, B.A. ,1983. "Lime Columns under Embankments A Full Scale Test. Improvement of Ground. Proc.8th European Conf. On Soil Mech. a. Found. Engng, Helsinki, Finland, Vol. 2, pp 909-912.
- Horpibulsuk, S., Chinkulkitniwat, A., Cholphatsorn, A., Suebsuk, J. Liu, M. D. ,2012. Consolidation Behavior of soil cement Column Improved Ground". Computers and Geotechnics, 43 37-50.
- Kempfert, H.G. ,2003. Ground Improvement Methods with Special Emphasis on Column-Type Techniques. Proceeding International Workshop on Geotechnics of Soft Soils –Theory and Practice. Vermeer, Schweiger, Karstunen & Cudny (eds.), Netherlands, Glückauf, Verlag, pp 101 – 112.
- Mohamed B.D. Elsayw, dkk ,2013. Influence of Aging On Bearing Capacity of Circular Footing Resting on Soft Soil. HBRC Journal, Volume 9, Issue 3, December 2013, Pages 256-262.
- Muntohar, A. S., Rahman, M. E., Hashim, R. and Islam, M. S. ,2013. A Numerical Study of Ground Improvement Technique Using Group of Soil-Column on Peat. *Pertanika J. Sci. & Technol.* 21 (1): 625 - 634 (2013).
- Mochtar, Indrasurya B. ,2006. Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan paada Tanah Bermasalah (Problematic Soil). Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- Nozu, M. ,2005. Regional report Asia. Proc. of International Conference on Deep Mixing Best Practice and Recent Advance, R3 \_ R17.
- Puslitbang Prasarana Transportasi ,2001. Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak, Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Tanah Lunak, Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Tanah Lunak. Konsep Panduan Geoteknik 1-3.
- Porbaha, A. ,1998. State of The Art in Deep Mixing Technology, part I. Basic Concepts and Overview. *Ground Improvement*, Vol. 2, No. 2, 81\_92..
- Rajue, V.R Sridhar V. ,2008. Practical Applications Of Ground Improvement" Symposium On Engineering Of Ground & Environmental Geotechnic (S EG2),Hyderabad, 29th Feb.
- Safuan a Rashid. ,2011. Behavior of Weak Soils Reinforced with Soil Columns Formed by The Deep Mixing Method. PHD thesis.
- Soyez, B. and Delfaut, A. ,1983. Loading Tests on a Clayey Hydraulic Fill Stabilised by Lime Treated Soil Columns. Proc. European Conf. on Soil Mech. a. Found. Engng, Improvement of Soil, Vol.2, pp 951-954
- Terashi, M. ,2005. Keynote Lecture: Design of Deep Mixing in Infrastructure Applications.
- Topolnicki, M. ,2004. In Situ Soil Mixing. *Ground Improvement*. New York, Spon Press, 331-428.
- Teng, W.C., 1962. *Foundation Design*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

- Yuewen, Z. ,1996. Deep-Cement Mixing Piles Stabilizing the Saturated Loess. Proc. 2nd Int. Conf. on Ground Improvement Geosystems, 14-17, May, 1996, IS Tokyo 96, Vol. 1, 573-576.
- Yusuf, M. & Bachtiar, Vivi ,2006. Aplikasi Beton Aspal. Jurnal Inersia Volume 4 No.1 April 2014.

# FAKTOR-FAKTOR PENDUKUNG KEPATUHAN ORANG DENGAN HIV AIDS (ODHA) DALAM MINUM OBAT ANTIRETROVIRAL

Istikomah<sup>1)</sup>, Sudaryani<sup>2)</sup>, Dony Noerliani<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Program D3 Keperawatan, Akademi Keperawatan Madiun

Email: istikomah.anam@gmail.com

<sup>2</sup>Program D3 Keperawatan, Akademi Keperawatan Madiun

Email: sudaryanimajida@yahoo.com

<sup>3</sup>Program D3 Keperawatan, Akademi Keperawatan Madiun

Email: dn\_noer@yahoo.co.id

## Abstract

Adherence to ARVs is a major aspect in the treatment of people living with HIV and is one factor that can prolong the life expectancy of people living with HIV significantly. This study aims to determine the factors that affect adherence in people with HIV AIDS taking antiretroviral drugs. This study is a qualitative research in Madiun district, from April to December 2014. The data was collected through in-depth interviews with stakeholders in the response to AIDS is DHO Madiun, Madiun district KPADs, poly VCT dr. Soedono Madiun, Madiun district TKSK NGOs, representatives of community leaders and people living with HIV still using ARVs in the district of Madiun. Data analysis was done descriptively by triangulation method and content analyze. PLWHA in drinking ARV adherence is influenced by the desire for a healthy internal, want to live longer, the notion of ARVs as vitamins and essential foodstuffs such as rice, the desire to raise children as well as a heightened awareness of the functions and benefits of ARV. External factors supporting adherence ARV namely the: family support, peer support, support health workers, health insurance ownership, availability and affordability of ARVs. While ARV adherence inhibiting factors, namely: the side effects of drugs, lack of family support, lack of support of community leaders, the negative stigma surrounding communities, economic problems and still feel healthy. To improve compliance in taking ARV PLWHA need to involve the family, support KDS, NGOs, KPADs, health professionals and improving access, affordability of treatment and education to the general public.

*Keywords: people living with HIV, adherence, ARV*

## PENDAHULUAN

Penggunaan ARV (*antiretroviral*) pada pasien dengan hasil tes HIV positif merupakan upaya untuk mengurangi laju penularan HIV di masyarakat, menurunkan angka kesakitan dan

kematian yang berhubungan dengan HIV, memperbaiki kualitas hidup ODHA, memulihkan dan/atau memelihara fungsi kekebalan tubuh, serta menekan replikasi virus secara maksimal dan terus menerus.

Jumlah ODHA yang menerima pengobatan ARV sampai akhir tahun 2011 sebanyak 24410 orang dimana proporsi ODHA dewasa sebanyak 95% dan proporsi anak sebanyak 4% (Kemenkes RI, 2011). Rencana Aksi Kegiatan (RAK) pengendalian HIV-AIDS dan IMS Kementerian Kesehatan RI tahun 2010-2014 telah ditarget jumlah ODHA yang menerima ARV pada tahun 2010 adalah 505 meningkat menjadi 605 pada tahun 2011, meningkat menjadi 705 di tahun 2012, menjadi 805 di tahun 2013. Secara signifikan jumlah kematian akibat AIDS dapat diturunkan dengan pengobatan ARV dalam 24 tahun terakhir, hal ini dapat dibuktikan pada tahun 2007, CFR akibat AIDS sebesar 8,6%, turun ditahun 2008 menjadi 5,3%. Pada tahun 2009 CFR akibat AIDS sebesar 2,5% dan sedikit meningkat ditahun 2010 sebesar 4,2% tetapi kemudian turun ditahun 2011 menjadi 2,4% (Kemenkes RI,2011). Data CFR ini menunjukkan bahwa kematian akibat AIDS dapat dikendalikan hingga terjadi penurunan sampai 20 kali dalam 24 tahun terakhir.

Catatan Komisi Penanggulangan AIDS Daerah (KPAD) setempat, sejak tahun 2002 ditemukan sebanyak 276 penderita. Dari jumlah tersebut 100 diantaranya meninggal. Versi KPA Jawa Timur, angka itu menempatkan Kabupaten Madiun di urutan kesepuluh kasus HIV/AIDS tertinggi dari 38 kota dan kabupaten di Jawa Timur. Dari 276 penderita tersebut, 164 mengidap AIDS dan 112 lainnya positif HIV. Penderita HIV didominasi kaum perempuan sedangkan AIDS mayoritas laki-laki. Namun demikian menurut pernyataan sekretaris KPAD Kabupaten Madiun menyatakan bahwa angka riil penderita HIV/AIDS di kabupaten Madiun diyakini lebih banyak dari jumlah yang terdeteksi, selama ini KPAD hanya mendapatkan data dari tes-tes yang dilakukan KPAD dan rumah sakit belum melibatkan Puskesmas untuk melakukan pemeriksaan (Jawa Pos; Radar Madiun, 29 Maret 2014). Selain hal tersebut, dari laporan petugas di poli VCT RSUD dr. Soedono Madiun jumlah pasien terbanyak yang berkunjung ke poli VCT berasal dari kabupaten Madiun.

Sedangkan gambaran kepatuhan pengobatan minum ARV pada pasien yang berkunjung di Poli VCT RSUD dr. Soedono Madiun pada bulan Maret dan April 2014 adalah sebagai berikut: pada bulan Maret 2014 jumlah pasien HIV yang sedang menjalani pengobatan ARV dan yang dinilai kepatuhan minum obat sebanyak 160 orang dengan tingkat kepatuhan pengobatan  $\geq 95\%$  (< 3 dosis tidak diminum dalam periode 30 hari) sejumlah 150 orang, dan tingkat kepatuhan pengobatan < 80% (> 12 dosis tidak diminum dalam periode 30 hari) sejumlah 10 orang. Pada bulan April 2014 jumlah pasien HIV yang sedang menjalani pengobatan ARV dan yang dinilai kepatuhan minum obat sebanyak 165 orang dengan tingkat kepatuhan pengobatan  $\geq 95\%$  (< 3 dosis tidak diminum dalam periode 30 hari) sejumlah 142 orang, dan tingkat kepatuhan pengobatan < 80% (> 12 dosis tidak diminum dalam periode 30 hari) sejumlah 28 orang (Laporan Bulanan Klinik VCT RSUD dr. Soedono Madiun, Maret dan April 2014).

Ketidakpatuhan yang buruk merupakan alasan utama terjadinya kegagalan pasien HIV dalam menjalani pengobatan ARV. Oleh sebab itu kepatuhan harus selalu dipantau dan dievaluasi secara teratur serta didorong setiap kali kunjungan. Untuk menjaga kepatuhan pengobatan tidaklah mudah, survei menunjukkan bahwa sepertiga dari pasien HIV lupa minum obat dalam tiga hari survei, padahal untuk mencapai supresi virologi diperlukan tingkat kepatuhan ARV

yang sangat tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa untuk mencapai supresi virus yang optimal setidaknya 90-95 % dari semua dosis tidak boleh terlupakan (Depkes RI, 2007).

Beberapa dampak ketidakpatuhan dalam mengkonsumsi obat antara lain dikemukakan oleh Hayers, dkk (2009) yaitu terjadinya efek samping obat yang dapat merugikan kesehatan pasien, membengkaknya biaya pengobatan dan rumah sakit. Selain hal tersebut pasien juga dapat mengalami resistensi. Ada sebagian obat yang bila penggunaannya berhenti sebelum batas waktu yang ditentukan justru dapat berakibat harus diulang lagi dari awal. Untuk penyakit HIV/AIDS ketidakpatuhan dapat berakibat pada penekanan virus menjadi tidak sempurna, infeksi terus berlanjut, munculnya jenis virus yang resisten, dan pilihan pengobatan di masa datang menjadi terbatas.

Ketidakpatuhan terhadap ARV bukan hanya masalah medis, tetapi juga dipengaruhi oleh sosial budaya masyarakat setempat. Perspektif sosial dapat membantu pemahaman bahwa kesehatan dan pelayanan kesehatan tidak semata-mata sebagai isu medis, tetapi juga merupakan isu sosial. Ketika pendekatan sosial dan pendekatan medis dilakukan bersama maka penekanannya tidak hanya pada proses sosial terjadinya suatu penyakit dan sakit, tetapi juga pada intervensi di dalam struktur sosial dan budaya untuk mencegah atau bahkan mengobati penyakit tersebut (Conrad, 2003).

Penyedia layanan sendiri tidak mudah menilai apakah pasien termasuk patuh atau tidak patuh dalam menjalankan terapi ARV. Penyedia layanan memantau kepatuhan minum obat melalui laporan dari pasien dengan mengandalkan daya ingat pasien tentang hari keberapa obat tidak diminum atau lupa meminum obat. Oleh karena itu melibatkan orang-orang dengan HIV positif dalam penanggulangan epidemi perlu dipertimbangkan untuk memberikan pandangan yang lebih manusiawi terhadap HIV/AIDS di masyarakat umum, selain itu juga sebagai advokasi efektif dalam mengatasi stigma dan diskriminasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang mendukung kepatuhan orang dengan HIV AIDS (ODHA) dalam minum obat *antiretroviral* (ARV) serta mengidentifikasi faktor yang menjadi penghambat kepatuhan orang dengan HIV AIDS (ODHA) dalam minum obat ARV di kabupaten Madiun.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian HIV/AIDS

*Acquired Immune Deficiency Syndrom* (AIDS) merupakan kumpulan gejala penyakit yang disebabkan oleh *Human Immunodeficiency Virus* (HIV). HIV ditemukan dalam cairan tubuh terutama pada darah, cairan sperma, cairan vagina, air susu ibu. Virus tersebut merusak system kekebalan tubuh manusia dan mengakibatkan turunya atau hilangnya daya tahan tubuh sehingga mudah terjangkit penyakit. (Depkes RI, 2006).

HIV adalah retrovirus yang termasuk golongan virus RNA yaitu virus yang menggunakan RNA sebagai molekul pembawa genetic. Sebagai retrovirus, HIV memiliki sifat khas karena memiliki enzim reverse transcriptase, yaitu enzim yang memungkinkan virus merubah informasi genetiknya yang berada dalam RNA ke dalam bentuk DNA yang kemudian diintegrasikan ke dalam informasi genetic sel limfosit yang diserang. Dengan demikian HIV dapat memanfaatkan

mekanisme sel limfosit untuk mengkopinya menjadi virus baru yang memiliki ciri-ciri HIV (Depkes, 2006).

HIV dapat ditularkan dan diisolasi dari sel limfosit T, limfosit B, sel makrofag (di otak dan paru) dan berbagai cairan tubuh. Akan tetapi sampai saat ini hanya darah dan air mani yang jelas terbukti sebagai sumber penularan serta ASI yang mampu menularkan HIV dari ibu ke bayinya (Depkes, 2006).

### Tatalaksana Pemberian ARV

Untuk memulai terapi antiretroviral perlu dilakukan pemeriksaan jumlah CD4 (bila tersedia) dan penentuan stadium klinis infeksi HIV-nya. Hal tersebut untuk menentukan apakah penderita sudah memenuhi syarat terapi antiretroviral atau belum. Berikut ini rekomendasi cara memulai terapi ARV pada ODHA dewasa.

- 1) Tidak tersedia pemeriksaan CD4.

Jika tidak tersedia pemeriksaan CD4, maka penentuan mulai ARV didasarkan pada penilaian klinis.

- 2) Tersedia pemeriksaan CD4.

Rekomendasi :

- a) Mulai terapi ARV pada semua pasien dengan jumlah CD4 < 350 sel/mm<sup>3</sup> tanpa memandang stadium klinisnya.
- b) Terapi ARV dianjurkan pada semua pasien dengan TB aktif, ibu hamil dan koinfeksi Hepatitis B tanpa memandang jumlah CD4.

### Pengertian Kepatuhan

Kepatuhan (*adherence*) adalah suatu bentuk perilaku yang timbul akibat adanya interaksi antara petugas kesehatan dan pasien sehingga pasien mengerti rencana dengan segala konsekwensinya dan menyetujui rencana tersebut serta melaksanakannya (Kemenkes R.I.,2011).

Kepatuhan pada pasien menurut Sackett yaitu "Sejauh mana perilaku individu sesuai dengan ketentuan yang diberikan oleh petugas kesehatan" (Notoatmodjo, 2004).

### Faktor Kepatuhan

Kepatuhan minum obat ARV merupakan bentuk sebuah perilaku kesehatan pada pasien ODHA. Green menjabarkan terjadinya perubahan perilaku dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti dijelaskan di bawah ini:

- a. Faktor predisposisi: yaitu faktor yang mencakup sikap individu / ODHA terhadap kesehatan, tradisi dan kepercayaan individu / ODHA terhadap hal-hal yang berkaitan dengan masalah kesehatan, system nilai yang dianut oleh individu / ODHA, tingkat pendidikan, tingkat sosial ekonomi, dan sebagainya.
- b. Faktor pemungkin : yaitu faktor yang mencakup ketersediaan sarana dan prasarana yang tersedia untuk kepentingan para ODHA yang mendukung atau memungkinkan terwujudnya perilaku kesehatan yang positif pada pasien ODHA.
- c. Faktor penguat : yaitu faktor sikap dan perilaku tokoh masyarakat, tokoh agama, sikap dan



perilaku petugas termasuk petugas kesehatan terhadap pasien ODHA, termasuk juga undang-undang dan peraturan-peraturan yang terkait dengan kesehatan.

Menurut Kemenkes RI, (2011) faktor – faktor yang mempengaruhi kepatuhan pasien ODHA sebagai berikut:

a. Fasilitas layanan kesehatan.

Sistem layanan yang berbelit, pembiayaan yang mahal, tidak jelas dan birokratik adalah penghambat yang berperan sangat signifikan terhadap kepatuhan. Hal ini menyebabkan pasien tidak dapat mengakses layanan kesehatan dengan mudah. Termasuk ruangan yang nyaman, jaminan kerahasiaan dan penjadwalan yang baik, petugas yang ramah dan membantu pasien.

b. Karakteristik pasien.

Meliputi faktor sosiodemografi (umur, jenis kelamin, ras/etnis, penghasilan, pendidikan, buta/melek huruf, asuransi kesehatan dan asal kelompok dalam masyarakat misal waria atau pekerja seks komersial) dan faktor psikososial (kesehatan jiwa, pengguna napza, lingkungan dan dukungan sosial, pengetahuan dan perilaku terhadap HIV serta terapinya).

c. Paduan terapi ARV.

Meliputi jenis obat yang digunakan dalam paduan, bentuk paduan (FDC atau bukan FDC), jumlah pil yang harus diminum, kompleksnya paduan (frekuensi minum dan pengaruh dengan makanan), karakteristik obat, efek samping obat dan kemudahan akses untuk mendapatkan ARV.

d. Karakteristik penyakit penyerta.

Meliputi stadium klinis dan lamanya sejak terdiagnosis HIV, jenis infeksi oportunistik penyerta, dan gejala yang berhubungan dengan HIV. Adanya infeksi oportunistik, atau penyakit lain yang menyebabkan penambahan jumlah obat yang harus diminum.

e. Hubungan pasien – tenaga kesehatan.

Karakteristik hubungan pasien – tenaga kesehatan yang dapat mempengaruhi kepatuhan meliputi: kepuasan dan kepercayaan pasien terhadap tenaga kesehatan dan staf klinik, pandangan pasien terhadap kompetensi tenaga kesehatan, komunikasi yang melibatkan pasien dalam proses penentuan keputusan, nada afeksi dari hubungan tersebut (hangat, terbuka, kooperatif, dll) dan kesesuaian kemampuan dan kapasitas tempat layanan dengan kebutuhan pasien.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif yang dilakukan pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2014 di kabupaten Madiun. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara mendalam dan diskusi kelompok terarah (FGD). Responden dalam penelitian ini adalah Kepala Bidang Pemberantasan Penyakit dan Upaya Kesehatan (P2UK) Dinas Kesehatan kabupaten Madiun, Staf KPAD kabupaten Madiun, LSM TKSK kabupaten Madiun, tokoh masyarakat kabupaten Madiun, dan 6 orang ODHA beserta pendampingnya. Kriteria inklusi ODHA yaitu masih menggunakan ARV minimal 1 tahun dan berusia 17 tahun ke atas, sedang

menjalani pengobatan dan bersedia diwawancarai. Proses rekrutmen ODHA melalui KPAD kabupaten Madiun, pihak KPAD kabupaten Madiun menghubungi LSM TKSK kabupaten Madiun yang merupakan Kelompok Dukungan Sebaya (KDS) ODHA, kemudian pihak KDS menghubungi ODHA yang bersedia untuk dilakukan wawancara mendalam ditempat yang telah disepakati bersama antara peneliti dengan pihak KPAD dan LSM.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan metode *content analysis* meliputi tahap pembuatan transkrip wawancara, koding data (tema hasil data), verifikasi, penarikan pola dan penyimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Situasi HIV AIDS di Kabupaten Madiun

Penyebaran HIV AIDS di kabupaten Madiun kian mengkhawatirkan. Berdasarkan informasi dari dinas kesehatan kabupaten Madiun, KPAD kabupaten Madiun dan LSM PKSK kabupaten Madiun, di kabupaten Madiun jumlah penderita HIV AIDS per Desember 2014 sebanyak 322 kasus, 124 kasus diantaranya berstatus HIV dan 198 kasus adalah AIDS. Dari jumlah tersebut terbagi dalam 4 kelompok yaitu: 1) Kelompok usia 0 tahun sampai dengan 15 tahun sebanyak 4,3% dengan rincian 4 penderita HIV dan 10 AIDS; 2) Kelompok usia 16 tahun sampai dengan 30 tahun sebanyak 32,30% dengan rincian 56 penderita HIV dan 8 AIDS; 3) Kelompok usia 31 tahun sampai dengan 45 tahun sebanyak 46,89% dengan rincian 54 penderita HIV dan 97 AIDS; 4) Kelompok usia 45 tahun ke atas sebanyak 16,46% dengan rincian 10 penderita HIV dan 43 AIDS. Sebelum tahun 2013 setiap tahunnya terjadi kenaikan sekitar 85 kasus baru, namun pada tahun 2013 terjadi penurunan menjadi 50 kasus baru dengan angka Drop Out (DO) minum ARV kurang lebih sebanyak 50 kasus.

#### 1. Faktor Pendukung ODHA Mengonsumsi ARV

Hasil wawancara dengan responden tentang berbagai faktor pendukung ODHA dalam mengonsumsi ARV yaitu ingin sehat, merasakan manfaat ARV, keinginan hidup lebih lama, ARV sebagai kebutuhan pokok dan vitamin, mempunyai anak, dukungan orang tua/keluarga, peran Teman Sebaya (LSM /KDS), dan sikap tenaga kesehatan.

##### a. Ingin Sehat

Kepatuhan ODHA dalam mengonsumsi ARV sebagian besar dipengaruhi oleh keinginan dari informan untuk hidup sehat. Hal ini selaras dengan pernyataan informan sebagai berikut :

*“ Saya kepengen sehat mbak, jadi tidak ada rasa tertekan dalam minum obat.” (S, perempuan , 48 tahun)*

*“ Sekarang saya tidak merasa tertekan lagi mbak...lha wong saya pengen sehat.” (SA, laki-laki, 35 tahun)*

*“ Saya harus rutin minum obat ....semua itu demi anak saya ...saya pengen sehat, nanti siapa yang merawat anak saya kalo saya sakit ?” (Y, perempuan , 30 tahun)*

*“ Pokoknya saya pengen sehat dan demi anak-anak saya....karena saya harus mencari nafkah sendiri untuk mereka.” (A1, perempuan, 44 tahun)*

b. Merasakan Manfaat ARV

Sebagian besar ODHA menyatakan bahwa yang menyebabkan patuh minum ARV adalah karena telah merasakan manfaat, minum ARV, sebagaimana dalam pernyataan informan berikut:

*“.....Kalau saya tidak minum obat begini-begini...okeelah kan minum obat harus ada penyesuaian obat dan itu tidak mudah....tapi selama ini lebih banyak positifnya kalau kita minum obat tapi kalau kita gak minum obat ... okeylah tahun pertama kita gak apa-apa tapi nanti setelah virus itu berkembang kita malah jatuhnya kita lebih parah lagi...” (Vr, laki-laki, 22 tahun).*

c. Ingin Hidup Lebih Lama

Faktor lain yang menyebabkan ODHA patuh minum ARV adalah keinginan ODHA untuk hidup lebih lama. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan berikut:

*“iya...bahkan kulit sayapun sempat berubah tapi saya tetap bertahan untuk diri saya sendiri dan hidup saya sendiri.” (Vr,laki-laki, 22 tahun)*

*“ingin bisa lebih lama berkumpul dengan keluarga.” (SA, laki-laki, 35 tahun)*

d. ARV sebagai Kebutuhan Pokok dan Vitamin

Minum ARV sebagai kebutuhan pokok merupakan faktor pendukung kepatuhan ODHA minum ARV. Hal ini sesuai dengan pernyataan informan berikut:

*“ Anggap saja seperti Vitamin ...karena itu kebutuhan pokok seperti nasi.” (An, perempuan, 34 tahun)*

*“Saya anggap minum ARV itu seperti minum vitamin mbak he..he..he.” ( SA, laki-laki, 35 tahun)*

e. Mempunyai anak

Faktor yang mempengaruhi kepatuhan ODHA minum ARV adalah tanggung jawab terhadap pemeliharaan anak. Beberapa ODHA menyatakan bahwa:

*“Ingin merasakan kesembuhan mas dan ingin bekerja lagi selain itu juga punya anak mas.” ( X, laki-laki, 30 tahun)*

*“Semua itu karena demi anak saya ...bagaimana nanti dengan anak saya kalau saya tidak rutin minum obat ??” (Y, perempuan, 30 tahun)*

*“pokoknya saya pengen sehat dan demi anak-anak saya..” (Al, perempuan , 44 tahun)*

f. Dukungan anak

Dukungan anak penderita ODHA cukup berperan dalam mempengaruhi kepatuhan ODHA minum ARV. Hal ini sesuai dengan pernyataan berikut:

*“... anak-anak saya selalu mengingatkan ...mereka berujar...pengen urip dowo pora .....nggih ngoten niku mbak ...” ( S, perempuan, 48 tahun )*

*“Ya anak saya juga yang memotivasi saya minum obat ..ya ...anak saya sekarang usia 2 tahun.” (An, perempuan , 34 tahun)*

*“Kadang dulu anak saya yang kuliah di Malang mesti telpon mengingatkan, misalnya ibu sekarang jam 7 ibu waktunya minum obat, ibu harus minum obat, kalau sekarang anak saya yang kecil kelas 4 itu yang sering mengingatkan, misalnya bu....waktunya minum obat*

g. Dukungan orang tua/keluarga

Orang tua dan keluarga berperan penting dalam memberikan dukungan kepatuhan ODHA dalam minum ARV. Hal sesuai dengan pernyataan berikut:

*“Ya mbak selalu mendampingi saya berobat terutama ibu saya.” (SA, laki-laki, 35 tahun)*

*“keluarga selalu mendukung saya dalam pengobatan, selalu menemani saya dalam keadaan apapun dan saya juga berpesan kalau saya meninggal, pemakaman saya berbeda dengan pemakaman orang biasa.” (Sa, laki-laki, 35 tahun)*

*“Ya mas ...selama ini yang membantu pengobatan saya adik-adik saya mas ...” (X, laki-laki, 30 tahun)*

*“Suami dan anak-anak saya selalu mengingatkan ...mereka berujar...pengen urip dowo pora .....nggih ngoten niku mbak ...” (S, perempuan, 48 tahun)*

*“Keluarga yang paling mendukung program ARV.” (S,perempuan, 48 tahun)*

h. Peran Teman Sebaya (LSM /KDS)

Teman sebaya, Lembaga Swadaya masyarakat maupun kelompok dukungan sebaya mempunyai peran penting dalam memberikan dukungan ODHA dalam hal kepatuhan minum ARV. Hal ini selaras dengan pernyataan berikut:

*“Ya....karena kami sama-sama menderita sehingga kami saling mendukung .” (Y, perempuan, 30 tahun)*

*“Tapi saya lihat itu...keluarganya gak ada masalah, ibunya ...ibunya kan dekat ....saya lihat sama ibunya dirawat bagus itu cuman tetangganya yang merasa tidak nyaman.” (Is, perempuan, LSM)*

*“ya kurang lebih setelah satu tahun menderita baru saya kenal mbak L dan mbak M, mereka selalu mendukung dan memotivasi saya untuk minum obat rutin, serta penyuluhan efek samping tidak rutin minum obat....mereka memberikan semangat hidup saya, saya merasa tidak sendiri lagi, ternyata saya masih punya banyak teman dan peduli dengan saya.” (Y, perempuan, 30 tahun)*

i. Sikap Petugas

Sikap petugas kesehatan yang memberikan pelayanan selama pengobatan ARV yang ramah dan memiliki rasa kekeluargaan yang tinggi merupakan salah satu faktor pendukung ODHA patuh dalam minum ARV. Hal ini sesuai dengan pernyataan berikut:

*“Iya pelayanannya baik dan ramah.” (SA, laki-laki, 35 tahun)*

*“Ya saya mendapatkan pelayanan yang baik dan ramah....ya saya mengenal petugasnya namanya pak heri ...eh pak Edi mas .” (X, laki-laki, 30 tahun)*

*“iya ...pelayanannya baik dan ramah.” (S, perempuan, 48 tahun)*

## 2. Faktor penghambat kepatuhan ODHA dalam minum ARV.

Beberapa faktor penghambat kepatuhan ODHA dalam minum ARV adalah efek samping dari ARV, kurang dukungan keluarga, kurang mendapat dukungan dari tokoh masyarakat, stigma masyarakat yang masih tinggi, permasalahan ekonomi, dan merasa sudah sehat setelah minum ARV. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara dan FGD.

### a. Efek samping ARV

Efek samping minum obat ARV menjadikan salah faktor penyebab ODHA tidak patuh minum ARV. Ada yang merasakan efek samping ke system pencernaan, kulit dan penurunan kadar Hb. Hal ini sesuai dengan pernyataan berikut:

*“Dulu waktu pertama minum pernah mbak...tiba-tiba badan saya gatal-gatal seperti herpes....hampir 2 minggu ...saya tidak bisa tidur...ya waktu itu 2 tahun saya berhenti itu.” (SA, laki-laki, 35 tahun)*

### b. Kurang dukungan keluarga

Dukungan keluarga yang kurang merupakan faktor penyebab ODHA tidak patuh minum ARV. Hal ini sesuai dengan pernyataan berikut:

*“ Ya ...gimana ya...tahunya saya minum obat gitu aja, masalahnya sejak tahu saya dinyatakan positif keluarga saya menjauh dan tidak mau peduli.” (Y, perempuan, 30 tahun)*

*“ Ya...itu, mereka malah mengucilkan keluarga saya (saya, anak dan suami)...mereka sudah tidak peduli dengan saya...ya...anggapannya ya gitu....negatif.” (Y, perempuan, 30 tahun)*

### c. Kurang dukungan tokoh masyarakat

Ketidakpedulian masyarakat dan tokohnya serta sikap mengucilkan ODHA dalam kehidupan bermasyarakat menjadikan ODHA tidak patuh dalam minum ARV. Hal sesuai dengan pernyataan berikut:

*“ Ya...itu, mereka malah mengucilkan keluarga saya (saya, anak dan suami)...mereka sudah tidak peduli dengan saya...ya...anggapannya ya gitu....negatif.” (Y, perempuan, 30 tahun)*

*“ Ya...mereka gak mau tahu , bahkan dulu saya juga dikucilkan ...saya tidak pernah diundang kalau ada hajatan dan mereka juga nggak mau diundang..ya pokoknya saya urusi sendiri semua.” (A1, perempuan, 44 tahun)*

*“ Mereka ya tahu...kalo saya menderita...dan tidak ada suami , dan mencari nafkah sendiri...tapi ya nggak ada perhatian sama sekali...saya itu lho ya nggak dapat BLT padahal kondisi saya seperti ini.” (A1, perempuan 44 tahun)*

### d. Stigma masyarakat terhadap ODHA

Ketakutan ODHA jika identitas diketahui orang lain karena takut dikucilkan masyarakat menjadikan ODHA tidak patuh dalam minum ARV. Hal ini sejalan dengan pernyataan informan berikut:

*“ Ya ...mereka tahu...tapi ya itu mereka sama-sama nggak peduli .” (Y, perempuan, 30 tahun)*

*“ Masih ada yang mengucilkan saya, masih ada yang mempunyai stigma jelek terhadap saya.” (X, laki-laki, 30 tahun)*

*“ Tidak tahu kalau saya penderita Aids.” (S, perempuan, 48 tahun)*

*“ Tidak....karena mereka tidak tahu kecuali orang-orang satuan saya.” (SA, laki-laki, 35 tahun)*

*“ Ya itu...mereka sama mengucilkan, dulu biasanya kalo ada kondangan diundang, sekarang nggak pernah diundang.” (Y, perempuan, 30 tahun)*

*“ Masih ada yang mengucilkan saya...masih ada yang mempunyai stigma negative terhadap saya.” (X, laki-laki, 30 tahun)*

*“ Ya pernah mbak...bidan desa saya...langsung saya ancam dengan kekerasan.” (SA, laki-laki, 35 tahun)*

*“ Sikap masyarakat di lingkungan kami yaa...sudah mulai ada perubahan setelah adanya sosialisasi dari pemerintah setempat...memang penyakit ini luar biasa sekali perkembangannya...dulu kurang lebih satu tahun lalu tahun 2013 masyarakat sekitar kami melihat saja takut...apalagi memegang ...dulu di tahun 2012 di desa Mlilir dekat POM bensin ada kejadian serupa...sampai dipager jalan menuju ke tempat ODHA tersebut yaa... mungkin tujuannya untuk mengingatkan bahwa perilaku si korban mungkin tidak sesuai dengan masyarakat....sampai makampung dua jam lebih...saudaranya sendiri aja gak mau ngurusi bahkan disholatkan aja tidak....akhirnya petugas Puskesmas dan dinas yang turun.” (Fr, laki-laki, 42 tahun, tokoh masyarakat)*

e. Masalah ekonomi

Obat- obat ARV yang diberikan kepada ODHA pada dasarnya adalah gratis, namun biaya selain ARV penderita tidak mendapatkan bantuan dari pemerintah termasuk suplemen(vitamin) untuk meningkatkan daya tahan tubuh ODHA, obat-obatan yang berkaitan dengan efek samping maupun penyakit penyerta ODHA. Selain itu ODHA membutuhkan biaya yang cukup tinggi untuk akomodasi dan biaya hidup selama pengobatan.Sementara itu kondisi ekonomi ODHA banyak yang kekurangan, karena dalam keadaan sakit banyak oDHA yang tidak bisa bekerja. Hal inilah yang mempengaruhi ODHA tidak patuh minum ARV, sesuai dengan pernyataan berikut:

*“ Jadi obat-obatan ARVnya gratis, tapi untuk vitaminnya nggak bisa, padahal kalo dapat resep dari dokter itukan mahal...” (Al, perempuan, 44 tahun)*

*“ Lebih besar pengobatan daripada biaya akomodasi mas.” ( X. laki-laki,30 tahun)*

*“ Mboten mbak...biaya piyambak, sudah habis 40 juta sampai sekarang.” (S, perempuan, 48 tahun)*

*“ Karena biaya ....kan jauh dari Kare ke rumah sakit dr. Soedono Madiun ....juga nanti kan keluarga ada anak kecil kan gak bisa damping ke rumah sakit.” (Is, perempuan, LSM Kec. Kare)*

f. Merasa sudah sehat

Setelah minum ARV rata-rata ODHA merasakan kondisi badannya lebih sehat dan tidak percaya kalau minum ARV itu harus seumur hidup, sehingga mereka menghentikan

ARV. Kondisi inilah yang menyebabkan ODHA tidak patuh pengobatan. Hal ini sesuai dengan pernyataan berikut:

*“Iya...yang membuat mereka tidak patuh karena mereka merasa sehat...jadi dia bilang, ah gak percoyo ah...aku sehat kok nyapo ngombe obat terus ....padahal sudah saya sampaikan berkali-kali bahwa minum obat itu seumur hidup suatu saat kamu berhenti minum obat pasti kamu akan ngedrop lagi...dia maunya minum obat lagi kalau dia sudah ngedrop.... kebanyakan seperti itu kalau sudah ngedrop baru dia tahu buktinya.” ( Ln, laki-laki, 47 tahun, LSM KDS)*

*“ Ya...awalnya memang dia gak mau...dia menolak ARV karena dia merasa sehat... ya seperti itu lho...wong sudah pendampingan .....iya kalau di sms kadang nggak mbales.... pernah itu setelah dari rumah sakit dia pergi ke Lamongan daerah istrinya sampai beberapa bulan setelah ngedrop lagi baru di kembali ke Kare ini.” ( Is, perempuan, LSM Kec. Kare).*

## PEMBAHASAN

### Faktor Pendukung Kepatuhan ODHA dalam Minum Obat ARV

#### a. Faktor Internal

Faktor internal yang mendukung ODHA di kabupaten Madiun untuk minum obat ARV antara lain adanya motivasi keinginan untuk sehat, keinginan untuk hidup lebih lama, keinginan untuk membesarkan anak, menganggap ARV sebagai kebutuhan pokok dan vitamin serta adanya kesadaran yang tinggi akan fungsi dan manfaat ARV. Motivasi dari dalam diri ODHA untuk tetap sehat dan kesadaran yang tinggi terhadap makna dan fungsi ARV merupakan faktor pendukung yang seringkali dinyatakan oleh responden.

ODHA dengan tingkat pengetahuan tinggi biasanya lebih patuh karena mereka sudah tahu keparahan penyakit yang mereka alami dan kepatuhan terapi ARV telah memberikan perbaikan bagi kualitas hidup mereka baik secara fisik, psikologis maupun sosial. Secara fisik ODHA merasa lebih segar dan tidak lemas, (Yuniar Yuyun, 2012). Secara psikologis merasa sehat dan lebih percaya diri untuk hidup lebih lama. Secara sosial mereka bisa beraktifitas dengan normal, akan tetapi perasaan sehat, pengalaman efek samping obat dapat menghambat kepatuhan pada ODHA, (Walter, et al,2010).

Beberapa ODHA mempunyai strategi khusus dalam menjalani ARV. ODHA menganggap terapi ARV sebagai kebutuhan pokok dan vitamin, sehingga terapi ARV tidak menjadikannya beban. ODHA yang memiliki anggapan bahwa terapi ARV sebagai kebutuhan pokok dan vitamin cenderung lebih patuh dalam minum obat ARV. Hal ini juga dinyatakan oleh ODHA dalam penelitian yang dilakukan oleh Yuniar Yuyun tahun 2012 di Jawa Barat.

Jika tidak memiliki pemahaman yang benar tentang ARV maka mungkin ODHA tidak dapat menahan godaan untuk berhenti minum obat. Pemaknaan ODHA terhadap penyakitnya dan terhadap ARV akan mempengaruhi bagaimana ia bersikap dan menilai dirinya selain kondisi sosial budaya masyarakatnya seperti lingkungannya, kelompok pertemanan, kebiasaan sehari-harinya, dan stigma masyarakat yang dia hadapi.

## b. Faktor Eksternal

Faktor eksternal yang mendukung ODHA di kabupaten Madiun untuk minum obat ARV antara lain adanya dukungan sosial dari keluarga, adanya dukungan yang besar dari kelompok dukungan sebaya (KDS) dan sikap petugas kesehatan yang baik dan ramah. Adanya dukungan keluarga dan kehadiran KDS merupakan faktor dukungan sosial yang seringkali dinyatakan oleh hampir seluruh responden.

Dukungan sosial dari keluarga, teman dan tenaga kesehatan dapat memberikan pengaruh penting terhadap kepatuhan ODHA minum obat. Keluarga ODHA yang telah menerima kondisi mereka biasanya akan menjadi pendukung utama. Orang tua, suami, istri dan anak akan menjadi orang-orang terdekat yang mengingatkan minum obat, hal ini sesuai dengan pernyataan sebagian besar responden bahwa mereka selalu diingatkan oleh keluarga yang dalam hal ini suami/istri dan anak mereka bahwa waktu minum obat telah tiba dengan kata lain keluarga dalam hal ini bisa berfungsi sebagai Pengawas Minum Obat (PMO) bagi ODHA. Selain itu keberadaan anak juga menjadi pendukung karena adanya rasa tanggung jawab dan kasih sayang masih ingin melihat anaknya tumbuh dewasa. Hasil penelitian dari Yayasan Citra Usadha menyatakan bahwa peranan keluarga sebagai pendukung minum obat, misalnya seorang ODHA yang bersama suaminya selalu patuh minum obat (Yuniar Y, 2012).

Dukungan teman sebaya terhadap kepatuhan ODHA minum ARV cukup besar. Dengan adanya kelompok teman sebaya ODHA merasa tidak sendirian, mereka dapat bertukar informasi dan saling berbagi pengalaman untuk mendukung dan mengingatkan kepatuhan minum obat. Dukungan sebaya merupakan dukungan sesama yang dilakukan ODHA atau Ohida kepada ODHA dan Ohidha lainnya, terutama ODHA yang baru mengetahui status HIV. Dukungan sebaya berfokus pada peningkatan mutu hidup ODHA khususnya dalam peningkatan percaya diri, pengetahuan tentang HIV AIDS, akses dukungan, pengobatan dan perawatan, pencegahan positif dengan melakukan perubahan perilaku dan kegiatan produktif lainnya. Hasil penelitian tentang peran dukungan sebaya yang telah dilakukan oleh Litbang Unmuh Prof. Hamka tahun 2011 menunjukkan bahwa ODHA yang mendapatkan dukungan sebayamemiliki mutu hidup 7 kali lebih tinggi daripada yang tidak mendapatkan dukungan sebaya (Spiritia.or.id,2011).

Ketika baru mengetahui status HIV-nya, intensitas emosi ODHA sangat tinggi, antara lain rasa kecewa, marah, frustrasi, putus asa, stress bahkan kemungkinan keinginan bunuh diri. Dukungan sebaya memungkinkan terjadinya perubahan dari emosi negative tersebut menjadi emosi positif. Mereka termotivasi untuk bangkit, percaya diri, dan memiliki teman senasib sebagai panutan bagi dirinya termasuk sebagai tempat untuk berbagi perasaan. Seluruh responden dalam penelitian ini menyatakan bahwa keberadaan kelompok teman sebaya sangat berarti bagi dirinya, mereka menyatakan bahwa kelompok teman sebaya sebagai penyemangat hidup, mereka selalu memberi dukungan disaat masyarakat yang lain mengucilkannya, selalu memberi memotivasi agar bangkit kepercayaan dirinya, selalu mengingatkan untuk minum obat, sebagai teman untuk berbagi perasaan serta mereka mampu menerima status terinfeksi HIV dalam proses pendampingan oleh kelompok dukungan sebaya.



### c. Faktor Akses Informasi Kesehatan

Secara umum tidak ada masalah dalam akses informasi kesehatan bagi ODHA. Dari hasil pemantauan peneliti serta dari pernyataan responden setiap kali ODHA datang di poli VCT RSUD dr. Soedono Madiun obat selalu tersedia dan ODHA pulang selalu membawa obat ARV. Kondisi lain yang mendukung antara lain kepemilikan jaminan kesehatan, mayoritas responden telah memiliki jaminan kesehatan, sikap petugas kesehatan yang baik dan ramah, serta keterjangkauan akses layanan kesehatan. Namun masih ada beberapa masalah yang apabila dibiarkan dapat sebagai pemicu ketidakpatuhan minum obat yaitu masalah ekonomi. HIV AIDS membutuhkan waktu pengobatan yang lama, dengan konsekuensi biaya yang harus dikeluarkan oleh ODHA juga cukup besar untuk biaya transportasi mengingat di wilayah karisidenan Madiun baru ada 1 (satu) poli VCT yang melayani obat ARV, biaya laboratorium, biaya pengobatan lain seperti vitamin untuk ODHA dan biaya infeksi oportunistik, walaupun ARV gratis namun biaya-biaya lainnya dirasa ODHA cukup besar. Bahkan ada 1 (satu) ODHA yang menyatakan biaya pengobatan penyakitnya sampai dengan saat diwawancarai masih biaya sendiri, responden tersebut menyatakan sangat besar biaya yang harus dia keluarkan untuk pengobatannya. Peningkatan kemampuan financial bagi ODHA serta dengan adanya bantuan dana bagi ODHA akan dapat meringankan beban ekonomi yang harus ditanggung ODHA.

## KESIMPULAN

1. Faktor internal pendukung kepatuhan ODHA dalam minum obat ARV di kabupaten Madiun adalah keinginan untuk sehat, keinginan untuk hidup lebih lama, strategi menganggap ARV sebagai kebutuhan pokok dan vitamin, keinginan untuk membesarkan anak dan kesadaran yang tinggi akan fungsi serta manfaat ARV.
2. Faktor eksternal pendukung kepatuhan ODHA dalam minum obat ARV di kabupaten Madiun adalah dukungan keluarga (suami/istri, anak dan orang tua), dukungan teman sebaya, dukungan petugas kesehatan, kepemilikan Jaminan Kesehatan dan ketersediaan serta keterjangkauan obat ARV.
3. Faktor penghambat kepatuhan ODHA dalam minum obat ARV di kabupaten Madiun adalah efek samping obat, kurangnya dukungan keluarga, kurang dukungan tokoh masyarakat, takut stigma masyarakat bila identitasnya diketahui, permasalahan ekonomi dan merasa sehat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam L. *Perempuan Menanggapi Terapi HIV Lebih Baik secara Bermakna Dibandingkan Laki-laki*. <http://spritia.or.id>. Diakses tanggal 10 Desember 2013.
- Aidsmeds.2008. *Diskriminasi Tidak Memperburuk Kepatuhan pada Pengobatan*.<http://spritia.or.id>. Diakses tanggal 10 Desember 2013.
- Direktorat Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan Departemen Kesehatan RI. 2006. *Pedoman Nasional Perawatan, Dukungan dan Pengobatan bagi ODHA; Buku*

- Pedoman untuk petugas kesehatan dan petugas lainnya.* Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan RI. 2011a. *Laporan Perkembangan HIV/AIDS Triwulan 1 (Januari – Maret 2011).* <http://infopenyakit.org>. Diakses tanggal 5 Pebruari 2014.
- Kementerian Kesehatan RI. 2011b. *Pedoman Nasional Pengobatan Antiretroviral (ARV).* Dirjen P2PL. Jakarta.
- Hadisetyono, B. 2007. *Hak Kesehatan Penderita HIV/AIDS : Kendala-kendala yang dihadapi penderita HIV/AIDS dalam memperoleh obat ARV sebagai pelaksanaan paten oleh pemerintah Jakarta.* Universitas Indonesia. Jakarta.
- KPAN. 2014. *Perawatan.* <http://www.aidsindonesia.or.id/dasar-hiv-aids/perawatan>, Diakses tanggal 5 Pebruari 2014.
- Moleong, L. 2004. *Metodologi Penelitian Kualitatif.* PT Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Mulyana, D. 2006. *Metodologi Penelitian Kualitatif, Paradigma Baru Ilmu Komunikasi dan Ilmu Sosial Lainnya,* PT Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Peraturan Presiden RI No 75 tahun 2006 tentang Komisi Penanggulangan AIDS Nasional
- Peraturan Menteri Dalam Negeri No 20 Tahun 2007 Tentang Pedoman Umum Pembentukan Komisi Penanggulangan AIDS dan Pemberdayaan Masyarakat Dalam Rangka Penanggulangan HIV dan AIDS di Daerah
- Poerwandari, E.K. 2005. *Pendekatan Kualitatif untuk Penelitian Perilaku Manusia.* Edisi 3, Perfecta LPSP3. Jakarta.
- Poli VCT RSUD dr. Soedono Madiun. 2014. *Laporan Bulanan (Bulan Januari, Pebruari dan Maret ) tahun 2014.* RSUD dr. Soedono Madiun.
- Radar Madiun. 2014. *HIV/AIDS Renggut 100 Nyawa; Kabupaten Madiun peringkat 10 Jatim, 29 Maret 2014.* h6.
- Radar Madiun. 2014. *Darah Ber HIV terdeteksi PMI.* 22 Maret 2014. h11.
- Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D.* CV Alfabeta. Bandung.
- Varella, H. *Kepatuhan pada Pasien HIV Positif atau ODHA.* <http://positiverainbow.wordpress.com/2009/07/26/kepatuhan-adherence-pada-pasien-hiv-positif-atau-odha>. Diakses tanggal 15 Desember 2014)
- Walter, H. 2010. *Understanding the fasilitators and barieres of antiretroviral adherence in Peru : Kualitatif study.* BMC public Health. Peru.
- Reynold, R.P. *Faktor-Faktor Yang Berhubungan dengan Kepatuhan Pengobatan Minum ARV pada Pasien HIV di Kabupaten Mimika Propinsi Papua Tahun 2012, Tesis.* Universitas Indonesia. Jakarta.
- Yuyun, Y. *Faktor-faktor pendukung kepatuhan ODHA dalam minum obat ARV di kota Bandung dan cimahi.* <http://ejournal.litbang.depkes.go.id>. Diakses tanggal 15 Januari 2014.

# PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADI SAWAH ORGANIK MELALUI PENGATURAN WAKTU APLIKASIPUPUK HIJAU LEGUM TAHUNAN

Marti Winarni<sup>1)</sup>, Prpto Yudono<sup>2)</sup>, Didik Indradewa<sup>2)</sup>, Bambang Hendro Sunarminto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Merdeka Madiun  
email: martiwinarni@yahoo.co.id

<sup>2)</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

## Abstract

A field experiment was conducted to study the effect of application time of some perennial legume green manurespecies on the productivity of organic lowland rice. The experiment was arranged in a factorial randomized block design consistedtwo factors and three replications. The first factor was speciesof perennial legume that consisted of four species: Turi (*Sesbania grandiflora*), Gliricidia (*Gliricidia sepium*), Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) and cow manure. The second factor was application time of perennial legume thatconsisted of three levels, namely: 4 weeks before planting of rice seedlings (WBP), 2 WBP, and 0WBP (at the same time of trasplanting rice seedlings). The treatment without perennial legume was used as a control. The results showed that the perennial legume green manures: Turi, Glirisidia and Lamtoro species at application time of 2 WBP improved organic lowland rice productivity. The highest tile grain yield (6,40 kg) was obtained at the application of Gliricidia leaves 2 WBP.It increased 25,21% of cow manure, that was applied at the same time of trasplanting rice seedlings (4,84 g).

**Keywords:** *application time, perennial legumegreen manures, organic lowland rice, species*

## PENDAHULUAN

Produktivitas tanaman padi meningkat setelah adanya gerakan revolusi hijau dengan sistem penggunaan sejumlah besar pupuk anorganik, pestisida, dan herbisida anorganik (Khan *et al.*, 2007, Hasanuzzaman *et al.*, 2010). Penggunaan bahan kimia anorganik, selain menyebabkan degradasi kesuburan tanah, juga mengakibatkan pencemaran lingkungan tanah dan air. Sistem pertanian berbasis bahan masukan tinggi (bahan fosil) seperti pupuk anorganik dan pestisida secara terus-menerus dan berlebihan pada setiap musim tanam dapat merusak sifat-sifat tanah dan akhirnya menurunkan produktivitas tanah (Ikemura & Shukla, 2009; Hasanuzzaman *et al.*, 2010; Sanati *et al.*, 2011). Timbulnya kesadaran tentang dampak negatif penggunaan pupuk anorganik, pestisida dan sarana pertanian lainnya terhadap lingkungan, kesehatan pangan serta

kesehatan manusia, mendorong sebagian petani mengembangkan sistem pertanian organik (Ikemura & Shukla, 2009). Peningkatan pendapatan dan pendidikan masyarakat juga mendorong kesadarannya tentang pentingnya pola makan sehat (Kumatsuzaki & Syuaib, 2010). Biaya input kimia yang tinggi dan kekhawatiran tentang degradasi tanah dan polusi lingkungan menuntut penerapan praktek manajemen alternatif untuk mengatasi masalah tersebut (Baligar & Fageria, 2007).

Pertanian organik merupakan pertanian alternatif yang aman bagi lingkungan, munculnya disebabkan karena ancaman kerusakan ekologis karena pencemaran bahan anorganik (Jahroh, 2010). Pertanian organik bergantung pada kesehatan tanah dan daur hara melalui tanah dengan menggunakan proses alami (Ram & Sharma, 2011), mengandalkan sumber kebutuhan hara melalui pupuk organik dan masukan alami lainnya (Suriadikarta & Simanungkalit, 2006). Pada umumnya, petani menggunakan pupuk kandang sapi sebagai sumber nutrisi, terutama N, namun keberadaan pupuk kandang sapi sangat terbatas. Oleh karena itu perlu dicari alternatif pupuk organik selain pupuk kandang sapi, salah satunya adalah pupuk hijau legum tahunan.

Sistem pertanian organik di Indonesia dikembangkan berdasarkan Permentan RI Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah; dan SNI 6729 : 2013 Sistem Pertanian Organik. Pertanian organik merupakan salah satu cara yang dapat mendukung pelestarian lingkungan. Sistem produksi pangan organik didasarkan pada standar produksi yang spesifik dan teliti dengan tujuan untuk menciptakan agroekosistem yang optimal dan lestari berkelanjutan baik secara sosial, ekologi maupun ekonomi dan etika Sistem pertanian organik adalah sistem manajemen produksi yang holistik untuk meningkatkan dan mengembangkan kesehatan agroekosistem, termasuk keragaman hayati, siklus biologi, dan aktivitas biologi tanah. Pertanian organik menekankan penerapan praktek-praktek manajemen yang lebih mengutamakan penggunaan input dari limbah kegiatan budidaya di lahan, dengan mempertimbangkan daya adaptasi terhadap keadaan/ kondisi setempat. Hal tersebut jika memungkinkan dapat dicapai dengan menggunakan metoda biologi dan mekanik, yang tidak menggunakan bahan sintetis untuk memenuhi kebutuhan khusus dalam sistem (Badan Standarisasi Nasional, 2013).

Pertanian organik adalah sistem pengelolaan produksi yang menstimulir biodiversitas, siklus biologi dan aktivitas biologi tanah, bertujuan untuk tetap menjaga keselarasan dengan sistem alami, dengan memanfaatkan dan mengembangkan semaksimal mungkin proses-proses alami dalam pengelolaan usahatani, mempertahankan kelestarian sumberdaya alam dan lingkungan, meningkatkan nilai tambah produk pertanian dan pendapatan petani. (Sirikul, 2009; Vaasrt, 2010;Badan Standarisasi Nasional, 2013). Penggunaan pupuk hijau, pupuk hayati, peningkatan biomasa, penyiapan kompos yang diperkaya dan pengendalian hama dan penyakit secara hayati diharapkan mampu memperbaiki kesehatan tanah sehingga hasil tanaman dapat ditingkatkan, tetapi aman dan menyehatkan manusia yang mengkonsumsi (Sirikul *et al.*, 2009).

Pertanian organik mengacu pada bentuk-bentuk pertanian dengan berusaha mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya lokal yang ada dan mengkombinasikan berbagai macam komponen sistem usahatani, yaitu tanaman, hewan, tanah, air, iklim, dan manusia saling melengkapi dan memberikan efek sinergi yang paling besar. Pertanian organik berusaha mencari input luar hanya bila diperlukan untuk melengkapi unsur-unsur yang kurang dalam ekosistem dan meningkatkan sumberdaya biofisik, dan manusia. Perhatian utama dalam pemanfaatan input luar diberikan

pada maksimalisasi daur ulang dan minimalisasi kerusakan lingkungan (Komatsukazi & Suaib, 2010). Pertanian organik merupakan sistem manajemen produksi ekologis dengan meningkatkan biodiversitas, siklus biologi dan aktivitas biologi tanah. Hal ini didasarkan atas penggunaan input luar pertanian minimal dan pada praktek manajemen yang mengembalikan, memelihara dan meningkatkan keselarasan ekologi (USDA, 2007).

Bahan organik tanah (BOT) merupakan kunci utama kesehatan tanah baik fisik, kimia maupun biologi. Lahan pertanian di Indonesia baik lahan kering maupun sawah umumnya mempunyai kadar bahan organik <1%, sedangkan kadar bahan organik optimum untuk pertumbuhan tanaman sekitar 3-5% (Rachman *et al.*, 2006). Bahan organik tanah adalah fraksi organik dari tanah yang terdiri dari sisa tanaman, hewan, manusia yang telah sebagian terlapuk yang disintesis oleh mikroba tanah ketika perombakan terjadi atau sepenuhnya terlapuk, mikrobial, serta asam-asam humik (Simanungkalit, 2006; Tan, 2011), berperan penting dalam pembentukan bahan organik tanah untuk jangka panjang (Indriyati *et al.*, 2008).

Pupuk organik merupakan nama kolektif untuk semua jenis bahan organik asal tanaman dan hewan yang dapat dirombak menjadi hara tersedia bagi tanaman (Suriadikarta & Simanungkalit, 2006). Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair dan dapat diperkaya dengan bahan mineral alami dan/ atau mikroba yang bermanfaat memperkaya hara, bahan organik, dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Badan Standarisasi Nasional, 2013; Direktorat Pupuk dan Pestisida, 2011). Hal tersebut menunjukkan bahwa pupuk organik lebih ditujukan kepada kandungan C-organik atau bahan organik dari pada kadar haranya; nilai C-organik tersebut yang menjadi pembeda dengan pupuk anorganik (Permentan, 2013a).

Pada umumnya pupuk kandang adalah kotoran hewan, sering merupakan campuran kotoran hewan dan jerami alas kandang. Bentuk umum pupuk kandang termasuk pupuk kandang padat atau pupuk kandang cair. Pupuk kandang padat mengandung bahan tanaman (jerami), yang digunakan sebagai alas kandang hewan dan telah menyerap kotoran dan urin. Pupuk kandang terdiri dari dua komponen asal, padat dan cair, dengan perbandingan kira-kira 3:1, namun rata-rata kandungan nitrogen dalam pupuk padat terdapat lebih sedikit. Penyusun pupuk kandang yang penting adalah komponen organisme tanah (Rakshit *et al.*, 2008).

Tanaman padi banyak membutuhkan unsur hara nitrogen (N) bagi pertumbuhannya, sehingga N seringkali menjadi pembatas produksi. Kesuburan tanah terutama ketersediaan N menentukan tingkat dan kualitas hasil. Permasalahannya, pada umumnya kadar N tanah rendah dan tidak mencukupi untuk mendukung pencapaian hasil tinggi (Setyorini *et al.*, 2007; Abdulrachman *et al.*, 2008). Menurut klasifikasi kesesuaian lahan untuk tanaman padi sawah memerlukan persyaratan dalam kategori sedang untuk kadar N-total (0,21 sampai 0,50%) dan kadar C-organik lebih besar 1,2% (Eviati & Sulaiman, 2009; Permentan, 2013b). Petani organik pada umumnya menggunakan pupuk kandang sebagai sumber nutrisinya, termasuk N. Namun permasalahannya, jumlah pupuk kandang sangat terbatas dan memiliki kandungan nutrisi yang rendah dan bervariasi. Oleh karena itu perlu dicarikan alternatif sumber pupuk organik lain selain pupuk kandang. Alternatif untuk memenuhi kebutuhan N pada budidaya padi sawah organik adalah dengan memanfaatkan sumber-sumber pupuk organik potensial, yaitu pupuk

hijau. Ketersediaan pupuk hijau yang banyak tersedia merupakan sumber N dan bahan organik yang penting (Kaushal *et al.*, 2010).

Pupuk hijau adalah bahan tanaman, biasanya legum yang ditanam ke dalam tanah saat masih hijau untuk memperkaya bahan organik dan unsur hara, terutama N dalam tanah. Pupuk organik yang berasal dari bahan hijau terdekomposisi dan melepaskan N dengan cepat pula (Purwanto *et al.*, 2014). Pupuk Hijau adalah praktek penambahan bahan organik ke tanah dengan membenamkan ke dalam tanah sebelum jaringan tanaman hijau terdekomposisi untuk memperbaiki struktur fisik dan kesuburan tanah. Tanaman pupuk hijau (tanaman legum) memasok bahan organik dan menambah nitrogen (Ram & Sharma, 2011; Usama & Siddiqui, 2016). Secara fisiologis, biomasa tanaman yang berwarna hijau banyak mengandung khlorofil, yang menunjukkan tingginya kandungan N. Pada kasus khlorosis akibat defisiensi nitrogen, gejala pertama tampak pada jaringan dan daun yang lebih tua. Pupuk hijau adalah pilihan terbaik bahan organik tersedia dalam budidaya padi untuk memenuhi kebutuhan N tanaman dengan secara aman dan berkelanjutan (Das *et al.*, 2007). Pada dasarnya, pupuk hijau dibedakan menjadi dua jenis, yaitu: pupuk hijau legum dan non legum. Tanaman jenis legum merupakan jenis pupuk hijau utama, karena kandungan haranya terutama N relatif lebih tinggi dibanding tanaman nonlegum dan penyediaan haranya juga lebih cepat karena relatif lebih mudah terdekomposisi (Rachman *et al.*, 2006). Perbedaan genetik (spesies dan varietas) menunjukkan bahwa beberapa tumbuhan legum lebih banyak mengakumulasi N dari jenis lain (Cheer, 2006).

Nitrogen adalah suatu unsur nutrisi paling banyak dibutuhkan tanaman dan merupakan komponen asam amino, protein, asam nukleat, klorofil, enzim, hormon dan beberapa metabolit esensial lain (Reddy *et al.*, 2006; Wijaya, 2010; Sugito, 2012). Peranan penting pupuk hijau pada lahan sawah adalah meningkatkan kandungan nitrogen, C organik, KTK dan mikroorganisma tanah. Aplikasi pupuk hijau sangat ditentukan oleh tujuan utama dari pemberian pupuk hijau tersebut dan bahan atau sisa tanaman yang digunakan. Bila tujuan utama dari pemberian pupuk hijau untuk penambahan dan penyediaan hara secara relatif cepat, maka pemberian pupuk hijau dilakukan dengan cara dicampur tanah atau ditanam. Pembenaman pupuk hijau dapat dilakukan dalam bentuk segar bila nisbah C/N bahan tanaman yang digunakan relatif rendah, sedangkan bila nisbah C/N terlalu tinggi lebih baik dikomposkan terlebih dahulu. Hara yang terkandung dalam pupuk hijau tidak seluruhnya tersedia untuk tanaman secara sekaligus. Jumlah minimum bahan organik yang diperlukan untuk mempertahankan aktivitas kehidupan dalam tanah adalah sekitar 3-5 t/ha (Rachman *et al.*, 2006).

Alagappan & Venkataswamy (2015) mempelajari aspek berbagai sumber pupuk organik dibandingkan dengan praktek pengelolaan hara terpadu (integrated nutrient management, INM) RDF + Dhaincha (*Sesbania cannabina*) dan pupuk dosis rekomendasi (recommended dose of fertilizer, RDF) terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa L.*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa di antara perlakuan pupuk organik, 100% RDN melalui pupuk hijau Dhaincha mencatat nilai SPAD dan hasil gabah padi tertinggi. Villasenor *et al.* (2015) mempelajari aspek mineralisasi N tanah dan pengaruh residu pemupukan pada musim sebelumnya pada tanah sawah Alfisol dan Vertisol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu pemupukan meningkatkan mineralisasi N pada kedua tanah sawah bila dibandingkan dengan kontrol tanpa pupuk N. Penelitian yang dilakukan Tomar *et al.* (2013) selama musim hujan tiga tahun berturut-turut

(2008-2010) untuk mempelajari aspek pengaruh jenis pupuk daun hijau pada bagian bahan kering dan produktivitas padi sawah (*Oryza sativa L.*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahun ketiga, pupuk daun hijau (kecuali *Alnus*) memberikan produksi bahan kering dan hasil melampaui perlakuan N-P2O5-K2O yang direkomendasikan, namun respons yang lebih baik dicapai dengan *Erythrina*. Setelah panen akhir, N-tersedia tanah meningkat 14-20% pada plot yang diberi perlakuan *Alnus* dan *Erythrina* dibandingkan dengan kontrol. Hasil penelitian Winarni, 2015 menunjukkan bahwa daun Turi (*Sesbania grandiflora*) mempunyai kadar N-total 3,47% dan nisbah C/N 11,27 dengan pola mineralisasi cepat. Daun *Gliricidia* (*Gliricidia sepium*) mengandung N-total 4,14%, nisbah C/N 11,58 dengan pola mineralisasi sedang. Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) mengandung N-total 3,47%, nisbah C/N 11,27 dengan pola mineralisasi cepat. Hasil penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa takaran daun *Gliricidia* 20 t/ha memberikan hasil gabah per rumpun tertinggi, diikuti daun Lamtoro dan Turi 20 t/ha dibanding perlakuan lain (Winarni, 2016).

Hasil penelitian tentang pemanfaatan pupuk hijau legum tahunan sebagai sumber bahan organik tanah dan nitrogen yang berkaitan dengan pengaruh waktu aplikasi dan waktu aplikasi yang tepat beberapa jenis pupuk hijau legum tahunan terhadap produktivitas padi sawah organik belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian tentang pengaturan waktu aplikasi beberapa jenis tanaman pupuk hijau legum tahunan terhadap karakter pertumbuhan dan hasil padi sawah organik, serta residu C-organik dan Nitrogen dalam tanah perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh waktu aplikasi beberapa jenis pupuk hijau legum tahunan terhadap produktivitas padi sawah organik.

## METODE PENELITIAN

Percobaan lapangan dilaksanakan di desa Kebonagung, kecamatan Imogiri, kabupaten Bantul, mulai bulan Januari sampai dengan Juni 2014. Analisis tanah dan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah, Laboratorium Ilmu Tanaman, Laboratorium Manajemen dan Produksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan antara lain: pupuk kandang sapi, 3 (tiga) jenis daun legum tahunan, yaitu: Turi (*Sesbania grandiflora* (L.) Poir), Lamtoro (*Leucaena glauca* (Lam.) de Wit.), dan *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.), benih padi sawah organik varietas Mentik Wangi, devarda alloy, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Sodium tiosulfat, Salicylic Acid, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, Se, BCG, MR, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, NaOH teknis, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> teknis, KCl, PP, aquadest, kertas saring, dan sebagainya. Alat-alat yang digunakan antara lain: penggaris, *area measurement system AT. Delta T. Devices LTD*, oven, *electronic precision balance ACIS AD 300 H capacity 300 g, spectronic 21D, grain digital multitester*, alat titrasi, dan pH meter WVV 320.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial, terdiri dari dua faktor dan tiga ulangan, ditambah satu perlakuan tanpa pupuk hijau (kontrol). Faktor I: Jenis pupuk hijau legum tahunan, terdiri dari empat jenis, yaitu: Turi (pola mineralisasi N cepat), *Gliricidia* (pola mineralisasi N sedang), Lamtoro (pola mineralisasi N lambat), dan pupuk kandang sapi. Faktor II: Waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan, terdiri dari tiga taraf, yaitu: 4 minggu sebelum tanam (MSbT) bibit padi, 2 MSbT, dan

0 MSbT (bersamaan waktu tanam) bibit padi. Kombinasi perlakuan: 3 x 4+1 perlakuan = 13 perlakuan.

Langkah awal pengolahan tanah adalah perbaikan pematang antar petak sawah. Pengolahan tanah terdiri dari pembajakan, pencangkulan, penggaruan dan perataan tanah. Setelah selesai pemerataan tanah dilanjutkan pembuatan petak-petak percobaan dengan ukuran 4 m x 4 m dengan jarak antar petak 0,75 m dan antar ulangan 1 m. Saluran air masuk dan saluran drainase dibuat diantara petak dan sekeliling petak seperti pengaturan tata letak petak percobaan terlampir. Pupuk hijau legum tahunan dengan takaran 20 t/ha (32 kg/ petak). diaplikasikan dengan cara dibenamkan merata pada lahan dengan kedalaman 20 cm dengan jenis legum tahunan sesuai perlakuan, yaitu daun Turi, daun Glirisidia, daun Lamtoro, dan pupuk kandang sapi, dengan waktu aplikasi 4 MSbT, 2 MSbT dan 0 MSbT (bersamaan waktu tanam padi). Tanah sawah organik tanpa perlakuan pupuk hijau digunakan sebagai kontrol.

Bibit padi dipindahtanamkan dalam kondisi lahan jenuh air dengan cara dibenamkan sedalam 3-5 cm dan setiap lubang diisi dengan tiga bibit dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm. Pengairan dilakukan dengan cara penggenangan. Bibit padi ditanam pada kondisi tanah jenuh air (macak-macak), kemudian setelah 3-4 hari petakan sawah baru digenangi air dengan ketinggian 5 cm. Pemberian air selanjutnya diatur secara intermiten (intermittent) dengan selang 2 minggu dengan ketinggian air 5 cm mulai fase pembentukan malai sampai pengisian biji dengan selang waktu 2 minggu sekali. Petak sawah dikeringkan mulai 2 minggu sebelum panen sampai panen. Panen padi dilakukan pada saat butir gabah yang menguning merata mencapai 80% dengan ubinan ukuran 2,50 m x 2,50 m (6,25 m<sup>2</sup>) setiap petak. Padi dipotong dengan sabit bergerigi pada ketinggian 30 cm di atas permukaan tanah dan dilelakkan di atas alas terpal. Perontokan gabah dilakukan segera setelah padi dipanen. Pengeringan gabah dilakukan dengan cara dihamparkan di atas lantai jemur dengan ketebalan 5 cm dan dilakukan pembalikan setiap 4 jam sekali.

Pengumpulan data meliputi karakter pertumbuhan tanaman, komponen hasil dan hasil gabah, serta sifat kimia residu tanah. Karakter pertumbuhan diamati melalui tiga sampel tanaman setiap petak perlakuan, meliputi: kadar N-total tanaman (%), dilakukan pada umur 12 MST dengan metode Kjeldahl; luas daun, diukur dengan alat *area measurement system AT. Delta T. Devices LTD* pada umur 9 MST; jumlah anakan/ rumpun, diamati dengan menghitung seluruh anakan yang terbentuk setiap rumpun pada umur 9 MST; tinggi tanaman, diukur dengan alat mistar dari permukaan tanah hingga daun tertinggi pada setiap petak perlakuan pada umur 12 MST; bobot kering tanaman/ rumpun, diukur dengan menimbang bobot kering akar, batang dan daun setelah dioven dengan suhu 85°C selama 48 jam sebanyak tiga rumpun sampel pada umur 12 MST. Komponen hasil dan hasil gabah diamati melalui 3 sampel tanaman setiap petak perlakuan, meliputi: jumlah malai rumpun<sup>-1</sup>, diamati dengan menghitung seluruh malai yang terbentuk setiap rumpun; panjang malai, diukur mulai pangkal sampai ujung bagian tanaman tertinggi; jumlah biji/ rumpun, diamati dengan menghitung seluruh gabah yang terbentuk pada setiap rumpun; persentase gabah isi, dihitung dengan membandingkan jumlah gabah isi dengan jumlah gabah/ malai kali 100%; hasil gabah ubinan, dilakukan dengan menimbang seluruh gabah kering giling (GKG) pada kadar air 14% setelah di jemur dibawah sinar matahari pada setiap satuan luas petak produksi ubinan 2,5 m x 2,5 m (6,25 m<sup>2</sup>). Sifat kimia tanah dianalisis pada masa akhir percobaan, yaitu setelah panen padi dengan sampel tanah masing-masing petak



percobaan, meliputi: kadar C-organik tanah, dianalisis dengan metode Walkley & Black; kadar N-total tanah, dianalisis dengan metode Kjeldahl; kadar N-tersedia, dianalisis dengan metode Khjeldahl; dan nisbah C/N tanah, dihitung dengan cara membandingkan kadar C-organik tanah dengan kadar N-total tanah.

Data hasil pengamatan yang dikumpulkan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (Analysis of Variance) taraf nyata 5%. Beda nyata antar perlakuan akan diuji dengan Uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test = DMRT*) taraf nyata 5% (Gomez & Gomez, 1995). Data dianalisis menggunakan perangkat lunak program SAS versi 9.1.3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Tanaman

Data karakter pertumbuhan tanaman padi meliputi kadar N-total tanaman, luas daun, tinggi tanaman, jumlah anakan, dan bobot kering tanaman padi Mentik Wangi pada berbagai jenis dan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan disajikan pada Tabel 1. Uji kontras menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik pada berbagai waktu aplikasi pada lahan sawah organik dapat meningkatkan kadar N-total, luas daun, tinggi tanaman, jumlah anakan, dan bobot kering tanaman dibanding dengan kontrol (tanpa perlakuan).

Tabel 1. Kadar N Tanaman, Luas Daun/ Rumpun, Tinggi Tanaman, Jumlah Anakan, dan Bobot Kering Tanaman Padi pada Berbagai Jenis dan Waktu Aplikasi Pupuk Hijau Legum Tahunan

Jenis Legum Tahunan	Waktu Aplikasi (MSbT)	Kadar N Tanaman (%)	Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Anakan	Bobot Kering Tanaman/ Rumpun(g)
Turi	4	1,34 c	3726,7 c	129,03 d	28,50 c	114,14 c
	2	1,44 b	4426,9 b	138,60 c	32,83 b	133,36 b
	0	1,31 c	3833,5 c	130,73 d	28,83 c	110,50 c
Glirisidia	4	1,36 c	3809,2 c	129,32 d	28,67 c	117,11 c
	2	1,52 a	5136,7 a	152,23 a	37,67 a	162,67 a
	0	1,34 c	3891,1 c	129,93 d	29,00 c	112,40 c
Lamtoro	4	1,35 c	3749,2 c	131,02 d	29,17 c	115,03 c
	2	1,45 b	4470,9 b	145,40 b	33,83 b	134,29 b
	0	1,32 c	3848,4 c	129,92 d	28,33 c	111,59 c
Pupuk Kandang Sapi	4	1,22 d	3133,7 d	119,27 e	24,00 d	88,87 d
	2	1,22 d	3156,5 d	120,57 e	24,67 d	89,76 d
	0	1,24 d	3166,9 d	121,92 e	24,83 d	92,81 d
Rerata Perlakuan		1,35 x	3862,5 x	131,49 x	29,19 x	115,04 x
Rerata Kontrol		1,13 y	2580,3y	109,93 y	19,00 y	54,78 y
Interaksi		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
CV (%)		3,08	8,39	2,56	6,99	7,13

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan baris sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji DMRT taraf 5%; Angka-angka yang diikuti huruf sama pada rerata perlakuan dan kontrol menunjukkan tidak beda nyata pada uji kontras taraf 5%; (+)/(-) : interaksi

jenis dan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan nyata/ tidak nyata; MST: minggu setelah tanam; MSbT: minggu sebelum tanam.

Pertumbuhan tanaman padi nyata dipengaruhi oleh interaksi jenis dan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan. Semua jenis pupuk hijau legum tahunan pada semua waktu aplikasi meningkatkan pertumbuhan tanaman lebih tinggi dibanding pupuk kandang sapi. Semua pupuk hijau legum tahunan yang digunakan, waktu aplikasi yang menghasilkan karakter pertumbuhan tanaman tertinggi adalah 2 minggu sebelum tanam (MSbT) bibit padi. Berbeda dengan pupuk hijau legum tahunan, perbedaan waktu aplikasi pupuk kandang sapi tidak menyebabkan perbedaan pertumbuhan tanaman padi. Diantara pupuk hijau yang digunakan, takaran daun *Gliricidia* 20 t/ha meningkatkan pertumbuhan tanaman tertinggi terutama bila ditanamkan 2 MSbT, diikuti waktu aplikasi daun Lamtoro dan Turi 2 MSbT, kecuali tinggi tanaman, untuk daun Lamtoro lebih tinggi dibandingkan Turi. Selanjutnya diikuti waktu aplikasi 0 dan 4 MSbT, baik untuk daun *Gliricidia*, Lamtoro maupun Turi. Hal ini disebabkan karena daun *Gliricidia* mengandung N-total tertinggi (4,14%), nisbah C/N rendah (11,24), kecepatan mineralisasi N sedang dan kadar N-tersedia yang dilepaskan ke dalam tanah tinggi (Winarni, 2012). Oleh karena itu terjadi sinkronisasi yang tinggi antara ketersediaan N dan penyerapan N oleh tanaman padi. Pupuk organik yang mempunyai nisbah C/ N mendekati nisbah atau sama dengan nisbah C/N tanah (10-12), dapat digunakan untuk tanaman (Setyorini *et al*, 2006). Daun Lamtoro mempunyai N-total tinggi (3,56), nisbah C/N agak tinggi (12,63) dengan pola mineralisasi N lambat, sehingga waktu aplikasi 2 MSbT daun Lamtoro menyebabkan sinkronisasi rendah, karena N belum tersedia pada saat tanaman padi memelukannya, namun kadar N-tersedia cukup tinggi. Daun Turi mempunyai nisbah C/N rendah (11,24) dengan pola mineralisasi cepat, kadar N-total 3,47% dengan kadar N-tersedia tanah lebih rendah, sehingga waktu aplikasi 2 MSbT daun Turi menyebabkan terjadinya sinkronisasi yang rendah karena ketersediaan N lebih cepat dari pada penyerapan N oleh tanaman padi. Hasil penelitian pada pupuk kandang sapi, unggas, dan kambing, menunjukkan bahwa awal pelepasan N cepatantara 0 dan 30 hari inkubasi. Hal ini berarti bahwa jika nitrat tidak imobil oleh mikroba pada 30 hari pertama dan tidak diserap oleh tanaman, maka rentan terhadap pencucian. Oleh karena itu, serapan tanaman harus disinkronkan dengan periode ketersediaan N tinggi (Azeez, 2010). Nitrogen adalah suatu unsur nutrisi paling banyak dibutuhkan tanaman dan merupakan komponen asam amino, protein, asam nukleat, klorofil dan beberapa metabolit esensial lain (Reddy, 2006). Kadar N-total yang diperoleh tanaman padi berkaitan dengan serapan N tanaman padi. Makin tinggi kadar N-total daun pupuk hijau legume tahunan, makin tinggi kadar N-tersedia yang dilepaskan ke dalam tanah. Selanjutnya makin tinggi kadar N-tersedia tanah menyebabkan peningkatan kadar N-total dan serapan N tanaman padi. Semakin tinggi serapan N tanaman padi, semakin tinggi luas daun yang terbentuk yang memacu peningkatan laju fotosintesis. Peningkatan laju fotosintesis menghasilkan tinggi tanaman, jumlah anakan dan bobot kering jerami. Karakter pertumbuhan paling rendah diperoleh pada perlakuan waktu aplikasi pupuk kandang sapi 4, 2 dan 0 MSbT. Hal ini disebabkan karena pupuk kandang yang diberikan berupa kompos yang sudah jadi, sehingga kandungan N total yang rendah (1,49%) dan kadar N yang dapat dilepaskan juga sangat rendah.

## 1. Komponen Hasil dan Hasil Gabah

Data komponen hasil padi varietas Mentik Wangi pada berbagai jenis dan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan yang ditunjukkan oleh parameter jumlah malai/rumpun, panjang malai, jumlah biji/rumpundan persentase gabah isi padi disajikan pada Tabel 2. Komponen hasil padi sawah organik meningkat dengan penggunaan pupuk hijau dibanding dengan kontrol.

Tabel 2. Jumlah Malai/Rumpun, Panjang Malai, Jumlah Gabah/Rumpun dan Persentase Gabah Isi pada Berbagai Jenis dan Waktu Aplikasi Pupuk Hijau Legum Tahunan

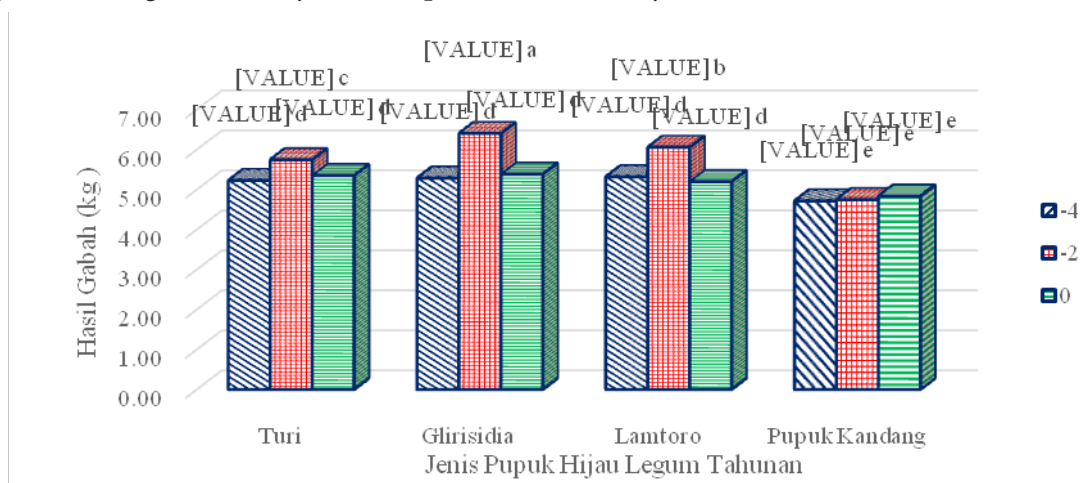
Jenis Legum Tahunan	Waktu Aplikasi (MSbT)	Jumlah Malai/Rumpun	Panjang Malai (cm)	Jumlah Gabah/Rumpun	Persentase Gabah isi (%)
Turi	4	27,83 c	24,12 c	137,89 c	84,27 c
	2	32,00 b	25,79 b	154,95 b	89,14 b
	0	28,17 c	24,02 c	142,78 c	85,91 c
Glirisidia	4	28,00 c	24,16 c	140,45 c	84,73 c
	2	36,33 a	27,43 a	167,78 a	92,43 a
	0	28,50 c	24,40 c	142,89 c	86,03 c
Lamtoro	4	28,37 c	25,84 b	139,33 c	84,18 c
	2	33,00 b	24,22 c	156,28 b	89,26 b
	0	27,67 c	24,33 c	142,72 c	85,83 c
Pupuk Kandang Sapi	4	23,67 d	22,23 d	122,39 c	76,95 d
	2	24,00 d	22,47 d	124,72 d	78,81 d
	0	24,33 d	22,62 d	126,55 d	80,47 d
Rerata Perlakuan		28,51 x	24,30 x	141,56 x	84,83 x
Rerata Kontrol		18,67 y	20,82 y	108,55 y	72,34 y
Interaksi		(+)	(+)	(+)	(+)
CV (%)		6,82	3,12	4,50	2,03

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan baris sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji DMRT taraf 5%; Angka-angka yang diikuti huruf sama pada rerata perlakuan dan kontrol menunjukkan tidak beda nyata pada uji kontras taraf 5%; (+)/(-) : interaksi jenis dan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan nyata/ tidak nyata; MSbT: minggu sebelum tanam.

Interaksi terjadi antara perlakuan jenis dengan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan terhadap komponen hasil padi. Semua jenis pupuk hijau yang diaplikasikan 4, 2, dan 0 MSbT mampu meningkatkan komponen hasil dibandingkan pupuk kandang sapi. Komponen hasil tertinggi diperoleh pada waktu aplikasi daun Glirisidia 2 MSbT bibit padi, diikuti oleh aplikasi daun Lamtoro dan Turi 2 MSbT, kecuali panjang malai lebih tinggi bila daun Lamtoro diaplikasikan 4 MSbT. Selanjutnya komponen hasil lebih rendah diperoleh dengan waktu aplikasi 0 dan 4 MSbT, baik daun Glirisidia, Lamtoro dan Turi, kecuali daun Lamtoro 0 dan 2 MSbT. Komponen hasil terendah diperoleh Jumlah malai/rumpun paling sedikit dihasilkan pada penggunaan pupuk kandang yang diaplikasikan 4, 2 atau 0 MSbT (Tabel 2).

Hasil gabah kering giling (GKG) Padi varietas Mentik Wangi pada berbagai jenis dan aplikasi pupuk hijau legum tahunan disajikan pada Gambar 1. Penggunaan pupuk hijau legum

tahunan meningkatkan hasil gabah kering giling ubinan (5,36 kg) dibanding dengan kontrol (4,15 kg). Hasil GKG pada kadar air 14% dipengaruhi oleh interaksi jenis dan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan. Semua pupuk hijau legum tahunan yang diaplikasikan 4, 2 dan 0 MSbT (bersamaan waktu tanam bibit padi), memberikan hasil gabah lebih banyak dibanding pupuk kandang. Untuk semua pupuk hijau yang digunakan, waktu aplikasi yang memberikan hasil gabah lebih besar adalah 2 MSbT. Berbeda dengan pupuk hijau, perbedaan waktu aplikasi pupuk kandang tidak menyebabkan perbedaan besarnya hasil GKG.



Gambar 1. Hasil Gabah Padi (kg GKG) pada Berbagai Jenis dan Waktu Aplikasi Pupuk Hijau Legum Tahunan

Daun Glirisidia yang diaplikasikan 2 MSbT memberikan hasil gabah tertinggi, disusul jenis Lamtoro dan Turi dengan waktu aplikasi yang sama. Hal ini disebabkan karena pembedakan gabah dipacu oleh dukungan N yang dilepaskan ke dalam tanah oleh pupuk hijau yang digunakan. Hasil gabah ubinan tertinggi (6,40 kg GKG) dihasilkan dengan penggunaan daun Glirisidia dan waktu aplikasi 2 MSbT. Hasil gabah ubinan terendah (4,72 kg GKG) diperoleh dengan penggunaan pupuk kandang sapi yang diaplikasikan 4 MSbT.

Malai adalah komponen hasil utama tanaman padi. Jumlah malai berkorelasi positif terhadap hasil gabah. Jumlah malai ditentukan dari anakan yang membentuk malai dari anakan produktif. Jumlah malai tanaman padi ditentukan saat terjadi inisiasi bunga, yaitu sekitar 30 hari sebelum keluarnya bunga (Hasanuzzaman *et al.*, 2010). Panjang malai padi adalah salah satu indikator yang menentukan banyaknya biji yang terdapat pada malai. Peningkatan jumlah malai yang diikuti peningkatan panjang malai, meningkatkan jumlah biji per rumpun sehingga meningkatkan hasil gabah. Demikian pula peningkatan persentase gabah isi menyebabkan peningkatan hasil gabah.

## 2. Sifat Kimia Tanah

Data sifat kimia tanah setelah panen padi pada perlakuan berbagai jenis dan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan, meliputi kadar C-organik, kadar N-total, kadar N-tersedia dan Nisbah C/N disajikan pada Tabel 3. Sifat kimia tanah setelah panen padi sawah organik meningkat dengan penggunaan pupuk hijau legum tahunan dibanding kontrol, yang ditunjukkan oleh parameter C-organik, N-total, dan N-tersedia tanah, kecuali nisbah C/N tanah menurun.

Tabel 3. Kadar C-organik, N-total, N-tersedia dan Nisbah C/N Tanah pada Berbagai Jenis dan Waktu Aplikasi Pupuk Hijau Legum Tahunan setelah Panen Padi

Perlakuan	C-organik Tanah (%)	N-total Tanah (%)	N-tersedia Tanah (ppm)	Nisbah C/N
Jenis Legum Tahunan				
Turi	3,0 a	0,22 a	77,88 a	13,66 b
Glirisidia	3,1 a	0,23 a	79,15 a	13,51 b
Lamtoro	3,0 a	0,22 a	78,49 a	13,59 b
Pupuk Kandang	2,7 b	0,18 b	61,07 b	15,14 a
Waktu Aplikasi (MSbT)				
4	2,8 q	0,21 p	68,81 q	13,97 p
2	3,0 p	0,22 p	77,62 p	13,90 p
0	3,1 p	0,21 p	76,02 p	14,05 p
Rerata Perlakuan	2,9 x	0,21 x	74,15 x	13,97 y
Rerata Kontrol	2,5 y	0,15 y	47,59 y	16,44 x
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)
CV (%)	1,8	5,08	4,26	4,40

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan baris sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji DMRT taraf 5%; Angka-angka yang diikuti huruf sama pada rerata perlakuan dan kontrol menunjukkan tidak beda nyata pada uji kontras taraf 5%; (+)/(-) : interaksi jenis dan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan nyata/ tidak nyata; MSbT: minggu sebelum tanam.

Sifat-sifat kimia tanah tersebut tidak dipengaruhi interaksi antara jenis dan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan yang diberikan. Semua jenis pupuk hijau legum tahunan yang digunakan mampu meningkatkan kadar C-organik tanah, N-total, N-tersedia tanah dan menurunkan nisbah C/N tanah dibanding dengan pupuk kandang sapi. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hijau legum tahunan mampu memperbaiki sifat kimia tanah setelah panen padi sawah organik. Pada umumnya nisbah C/N tanah antara 10 sampai 12 (Setyorini *et al.*, 2006). Namun diantara daun legum tahunan, baik daun Turi, Glirisidia maupun Lamtoro tidak menyebabkan perbedaan sifat kimia tanah tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa residu C-organik tanah dan N dalam tanah setelah panen padi tidak berbeda(Tabel 3).

Perbedaan waktu aplikasi pupuk hijau legum tahunan menyebabkan perbedaan kadar N-tersedia, namun tidak beda nyata terhadap kadar N-total dan nisbah C/N. Pupuk hijau legum tahunan yang diaplikasikan 2 MSbT bibit padi dan 0 MSbT bersamaan waktu tanam bibit padi nyata meningkatkan kandungan C-organik tanah dan N-tersedia tanah dibandingkan dengan pemberian pupuk hijau legum tahunan yang diaplikasikan 4 MSbT, namun tidak beda nyata terhadap kadar N-total dan nisbah C/N tanah. Peningkatan kadar C-organik tanah disebabkan karena peningkatan kadar bahan organik tanah akibat penambahan pupuk hijau legum tahunan ke dalam tanah. Makin lama waktu aplikasi legum tahunan semakin berkurang bahan organik akibat proses dekomposisi. Peningkatan kandungan nitrogen dalam tanah meningkatkan kadar N-tersedia.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Produktivitas padi sawah organik bergantung pada jenis dan waktu aplikasi legum tahunan yang digunakan. Pupuk hijau legum tahunan jenis Turi, Glirisidia dan Lamtoro dengan waktu aplikasi 2 minggu sebelum pindahtanam bibit padi dapat meningkatkan produktivitas padi sawah organik.
- 2) Hasil gabah ubinan tertinggi (6,40 kg) dicapai dengan aplikasi daun Glirisidia dua minggu sebelum pindah tanam bibit padi meningkat 25,21% dibandingkan dengan pupuk kandang sapi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alagappan, S. and R. Venkitaswamy. 2015. Development of spad values for rice variety Co (R) 48 while using various sources of organic manures in comparison with Rdf and Inm at different growth stages of rice for attaining optimum yield. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 9(35): 122-125
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Sistem Pertanian Organik. SNI 6729: 2013.
- Darmawan, J. dan J.S. Baharsjah. 2010. Dasar-Dasar Fisiologi Tanaman. STIC. Jakarta. 85 halaman.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida. 2011. Pedoman Pelaksanaan Pengembangan Pupuk Organik dan Pembenh Tanah Tahun Anggaran 2011. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Direktorat Jendral Prasarana dan Sarana Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Petunjuk Teknis Edisi 2. Balai Penelitian Tanah, Bogor, Indonesia. 234 halaman.
- Hasanuzzaman, M., K.U. Ahamed, N.M. Rahmatullah, N. Akhter, K. Nahar and M.L. Rahman. 2010. Plant growth characters and productivity of wetland rice (*Oryza sativa* L.) as affected by application of different manures. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 22 (1) : 46-58.
- Ikemura, Y., and M.K. Shukla. 2009. Soil quality in organic and conventional farms of New Mexico, USA. *Journal of Organic Systems* 4 (1) : 34-47.
- Kaushal, A.K., N.S. Rana, A. Singh, Sachin, Neeraj and A. Srivastav. 2010. Response of levels and split application of nitrogen in green manured wetland rice (*Oryza sativa* L.). *Asian Journal of Agricultural Sciences* 2(2): 42-46.
- Khan, M.A.I., K. Ueno, S. Harimoto, F. Komai, K. Tanaka and Y. Ono. 2007. Evaluation of the physio-chemical and microbial properties of green tea waste-rice bran compost and the effect of the compost on spinach production. *Plant Production Science* 10(4): 391 – 399.
- Permentan RI. 2011. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang pupuk organik, pupuk hayati dan pembenh tanah.
- Permentan. 2013a. Sistem Pertanian Organik. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia nomor 64/Permentan/OT.140/5/2013 tentang Sistem Pertanian Organik.

- Permentan, 2013b. Pedoman Kesesuaian Lahan pada Komoditas Tanaman Pangan. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 79/Permentan/OT.140/8/2013.
- Purwanto, B.H., S.N.H. Utami, D. Indradewa, E. Martono. 2014. Pertanian organik: solusi mewujudkan pertanian berkelanjutan. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 134 halaman.
- Rachman, A., A. Dariah dan J. Santoso. 2006. Pupuk hijau. *In: Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D., dan Hartatik, W. (eds). Pupuk organik dan pupuk hayati.* Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Pertanian dan Pengembangan Pertanian, halaman 41-58.
- Ram, M., M. Davari and S.N. Sharma. 2011. Organic farming of rice (*Oryza sativa* L.) - wheat (*Triticum aestivum* L.) cropping system: a review. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 2 (3): 114-134.
- Rao, K.V.M., A.S. Raghavendra and K.J. Redy. 2006. Physiologi and Moleculer Biologi of Sress Tolerance in Plants. Springer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands, 338 pages.
- Reddy K.J. 2006. Nutrient Stress. *In: K.V.M. Rao, A.S. Raghavendra & K.J. Reddy. Physiologi and Moleculer Biologi of Sress Tolerance in Plants.* Springer. Netherlands. 345 p.
- Sanati, B. E., J. Daneshiyan, E. Amiri and E. Azarpour. 2011. Study of organic fertilizers displacement in rice sustainable agriculture. *International Journal of Academic Research* 3 (2): 786-791.
- Setyorini, D., R. Saraswati and E.K. Anwar. 2006. Kompos. *In: Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini and Hartatik, W. (eds). Pupuk organik dan pupuk hayati.* Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Pertanian dan Pengembangan Pertanian, halaman 11-40.
- Sirikul, A., A. Moongngarm and P. Khaengkhan. 2009. Comparison of proximate composition, bioactive compounds and antioxidant activity of rice bran and defatted rice bran from organic rice and conventional rice. *Asian Journal of Food Agro-Industry* 2 (4): 731-743.
- Tomar, J.M.S., A. Das and A. Arunachalam. 2013. Crop response and soil fertility as influenced by green leaves of indigenous agroforestry tree species in a lowland rice system in northeast India. *Agroforestry Systems* 87 (1):193-201
- Usama, M. and M.J.A. Siddiqui. 2016. Organic farming – An approach to sustainable development. *International advanced research journal in science, engineering and technology* Vol. 3, Issue 2.
- USDA. 2007. Organic production/ organic food: Information access tools. United States Departement of Agriculture. <https://www.nal.usda.gov/afsic/organic-productionorganic-food-information-access-tools>.
- Winarni, M., P. Yudono, D. Indradewa, B.H. Sunarminto. 2015. Karakterisasi pola mineralisasi N pupuk organik pada tanah sawah organik. *Agri-tek* 16 (1): 98-108.

Winarni, M., P. Yudono, D. Indradewa, B.H. Sunarminto. 2016. Application of perennial legume green manures to improve growth and yield of organic lowland rice. *Journal of degraded and mining lands management* 4 (1): 681-687.



**PENDUGAAN BIOMASSA DAN KANDUNGAN KARBON  
KAWASAN HUTAN RAKYAT WILAYAH KELOLA  
FOREST MANAGEMENT UNIT (FMU) LAWU MANUNGGAL  
(Studi Kasus Tanaman Jati Desa Sumpersawit  
Kecamatan Sidorejo Kabupaten Magetan)**

Ahadiati Rohmatiah <sup>1)</sup>,

1) Dosen Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Madiun  
email : aha.adna@gmail.com

**Abstract**

The purpose of the study is the teak tree Volume (m<sup>3</sup>/ha) in the village of Sumpersawit district. Sidorejo Magetan. Knowing the identity of the potential of biomass crops. (Ton/ha) and Knowing the potential of Carbon Plant Jati. Selection of the sample tree that becomes the object of the research content of biomass and carbon content of plants. The number of trees taken, the minimum diameter represents all existing plants and district. Criteria for sample trees are representing the existing trees in the plot, have an average diameter size, and healthy tree. In this study, the number of tree samples taken 5 trees measurement sample trees diameter at breast height (DBH) and total height. Furthermore, the logging (destructive sampling) and digging roots for measurement and weighing of wet trees. measurement of carbon content is used indirect measurements by multiplying the number of carbon biomass constant 50%. Potential Estimation results of a community forest standing stock Teak average volume of 0.124 m<sup>3</sup> per tree or equal to 32,280 m<sup>3</sup> per hectare, Community forest in the village Sumpersawit teak plantations covering an area of 86,91 hectares, the total potential biomass stand 591.696,8 tons. Or when in the state in unit area per hectare of the biomass plant in the village teak Sumpersawit Sidorejo Kab. Magetan average of 6.745 tonnes per hectare. Potential carbon content plant biomass conversion methods ranged Sumpersawit average of 3,372,5 tons of carbon / ha. With the realization, or the total potensial carbon content 295.846,4 tons

**Keywords:** *Potential, Biomass;; carbon dioxide,*

**PENDAHULUAN**

Perubahan iklim adalah sesuatu yang alami yang terjadi di muka bumi, akan tetapi saat ini banyak permasalahan muncul terkait dampak dari perubahan iklim, sehingga membutuhkan penanganan yang serius dan ditindaklanjuti oleh pemerintah. Terkait dengan hal tersebut Pemerintah Indonesia telah berkomitmen dalam mitigasi dampak perubahan iklim, yaitu dengan

berkontribusi dalam penurunan emisi GRK 26-41% sampai dengan tahun 2020. Sebagai langkah konkret, Pemerintah menetapkan Perpres Nomor 61/2011 sebagai dasar penyusunan RAN-GRK. Komitmen nasional tersebut harus perlu mendapat dukungan dari daerah, khususnya untuk menjaga dan menunjukkan *prestige* bangsa khususnya dalam upaya mitigasi perubahan iklim (anonymous 2013)

Kondisi tersebut mengakibatkan terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer, dimana peningkatan konsentrasi GRK tidak dapat diimbangi oleh kemampuan ekosistem bumi untuk mengabsorbsinya. Akibatnya terjadi peristiwa pemanasan global. Dampak dari pemanasan global saat ini sudah sangat nyata dan telah mencapai tingkat yang membahayakan iklim bumi dan keseimbangan ekosistem (Hairiah dan Rahayu, 2007). Dengan demikian diperlukan upaya penanganan yang segera untuk menyelamatkan ekosistem bumi. Sebagaimana diketahui bahwa terjadinya pemanasan global disebabkan terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer karena peningkatan konsentrasi GRK. Sedemikian maka untuk meminimumkan dampak dari pemanasan global dan perubahan iklim ini, diperlukan upaya menstabilkan konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer. Upaya tersebut merupakan upaya mitigasi, dimana sebagaimana penyebabnya, maka upaya penanganannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) kelompok besar, yaitu : *pertama*, mengurangi emisi CO<sub>2</sub> ke atmosfer, dan *kedua*, memindahkan CO<sub>2</sub> dari atmosfer dan menyimpannya di daratan atau dalam lautan. Kedua upaya tersebut harus dilakukan secara bersamaan agar upaya menstabilkan konsentrasi GRK dapat tercapai.

Peran strategis Kehutanan menjadi penting dalam konteks pemanasan global karena hutan memiliki peran sebagai salah satu sumber emisi dan serapan. Kegiatan untuk menurunkan emisi dari sektor kehutanan dilakukan melalui 2 kegiatan utama yaitu peningkatan serapan karbon dan konservasi karbon hutan. Untuk mengetahui tingkat serapan ataupun emisi yang dikeluarkan diperlukan perhitungan karbon dari sektor kehutanan. Perhitungan karbon juga dapat difungsikan menjadi penunjang kebijakan kehutanan baik di tingkat nasional maupun daerah. Dengan mengetahui jumlah karbon yang dimiliki akan kita dapat ditentukan arah kebijakan yang tepat bagi pembangunan kehutanan yang lestari. Penghitungan karbon juga merupakan salah satu fasilitas untuk mengetahui kondisi riil hutan di Indonesia yang sangat luas dan beragam. Luas dan beragamnya tipe hutan di Indonesia mendorong agar perhitungan karbon dilakukan dengan kombinasi kegiatan *ground survey* dan *remote sensing*. Hal ini dilakukan untuk menjaga ketelitian angka perhitungan karbon sekaligus untuk efisiensi sumber daya. IPCC telah memiliki aplikasi untuk menghitung penurunan emisi melalui aplikasi IPCC Guidelines (GL) 2006.

Berbagai inovasi dalam pengukuran kandungan karbon tanaman yang sesuai dengan kaidah ilmiah terus digali, untuk mendapatkan metode pengukuran yang lebih akurat dan dapat dipercaya

Studi kandungan biomassa hutan dan karbon hutan tanaman sangat dibutuhkan. Studi ini difokuskan pada tanaman Jati di Area tanah masyarakat / Hutan Rakyat di Kab. Magetan di Desa Summersawit Kec. Sidorejo dengan tujuan untuk mengetahui Model pendugaan biomassa dan CO<sub>2</sub> sebagai tempat penyimpan CO<sub>2</sub>. Studi mengenai potensi hutan menjadi sangat penting. Baik studi mengenai potensi tegakan, studi mengenai potensi biomassa dan studi mengenai potensi karbon. Salah satu faktor yang menentukan dalam menganalisa potensi hutan adalah

dengan metode pengukuran dimana untuk mengukur potensi biomassa dan karbon belum ada yang standar.

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut : Pendugaan besarnya kandungan karbon banyak di dekati oleh besarnya kandungan biomassa tegakan, ini disebabkan karena hasil utama fotosintesis yaitu karbohidrat disimpan dalam organ tanaman hidup. Ada dua metode yang biasa digunakan untuk menduga kandungan karbon tegakan hutan yaitu dengan cara :

- a) pengukuran tidak langsung (*indirect measurement*) dengan cara konversi biomassa dengan menggunakan angka isi karbon tertentu. Metode ini paling banyak di gunakan dengan cara menggunakan angka konstanta kandungan karbon sebesar 50 % dari berat biomassa (brown, 1986) dan 45 % dari berat biomassanya (Whittaker dan Likens, 1973) dalam Losi (2003) .

Indonesia juga memiliki standar nasional untuk pengukuran melalui SNI pengukuran karbon. SNI Pengukuran Karbon disusun sebagai *guidelines* pengukuran karbon hutan di Indonesia untuk memperoleh angka yang sesuai dengan keadaan di Indonesia. Keberadaan SNI diperlukan dalam aspek metodologi "*sub-national and national approach*" untuk mengukur dan menduga cadangan karbon dalam rangka monitoring perubahan cadangan karbon hutan. Pengukuran menggunakan SNI akan menghasilkan estimasi "akurat" dan sesuai dengan prinsip yang disepakati ditingkat global dan mendapatkan data lokal yang menunjang kerincian lebih detil (annonymous 2013)

- b) Pengukuran langsung (*direct measurement*) dengan cara menggunakan alat atau metode tertentu. Biasanya dilakukan dengan cara pembakaran langsung untuk kemudian di analisis dengan alat carbon analyser (Kraenzel et al, 2003 dalam Losi, 2003) dan dapat juga dengan cara karbonasi yaitu pembakaran bahan berkarbon kompleks dengan jumlah oksigen terbatas

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui Volume pohon jati ( $m^3/ha$ ) di Desa Summersawit Kec. Sidorejo Kabupaten Magetan.
2. Mengetahui potensi biomassa dan Potensi Karbon tanaman jati. (ton/ha)

## TINJAUAN PUSTAKA

### Biomassa Hutan dan Pengukuran Karbon

Banyaknya biomassa hutan sangat tergantung pada hasil yang diperoleh selama proses fotosintesis. Asimilasi CO<sub>2</sub> merupakan hasil penyerapan energi matahari dan akibat radiasi matahari, berdasarkan keadaan iklim, maka faktor utama yang mempengaruhi berat kering hasil panen ialah radiasi matahari yang diabsorpsi dan efisiensi pemanfaatan energi matahari tersebut untuk fiksasi CO<sub>2</sub> (Gardner *et al*, 1985). Dalam Lukito Martin (2010)

### Metode Pengukuran Biomassa

Kementerian Kehutanan telah menyusun SNI 7724 : 2011 tentang Standar Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon - Pengukuran lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon

Hutan. SNI ini memberikan panduan untuk pengukuran lapangan dan penghitungan cadangan karbon untuk mendukung monitoring perubahan cadangan karbon dengan tingkat kerincian (*Tier*) 3. Standar ini digunakan untuk semua tipe hutan, kecuali karbon pada serasah hutan mangrove. (anonymous 2013)

Selanjutnya dikatakan bahwa dalam SNI ini metode pengukuran dan penghitungan karbon hutan terkait dengan 5 (lima) prinsip seperti : *carbon pool*, peralatan, teknik pengambilan contoh yang meliputi, desain, stratifikasi, bentuk dan ukuran plot contoh, prosedur pengukuran biomasa di 5 *carbon pool*, penghitungan karbon, penghitungan cadangan karbon total. 5 *carbon pool* yang akan diukur biomasnya terdiri dari biomass yang berada di atas tanah, bawah tanah, kayu mati, serasah dan tanah. Jumlah *carbon pool* yang digunakan dapat disesuaikan dengan kondisi dan sumberdaya yang ada akan tetapi tingkat konsistensi menjadi hal yang penting. Selain itu juga terdapat SNI 7725:2011 tentang Standar Penyusunan Persamaan Alometrik untuk Mendukung Penaksiran Cadangan Karbon Hutan Berdasarkan Pengukuran Lapangan. Persamaan alometrik diperlukan untuk menaksir cadangan karbon hutan. Badan Litbang Kehutanan telah memiliki dokumen persamaan alometrik untuk berbagai jenis tanaman. Akan tetapi jika persamaan alometrik yang tersedia belum sesuai dengan kondisi biogeografis, maka dapat dilakukan pembangunan persamaan alometrik. SNI 7725 : 2011 ini menetapkan metode dan prosedur penyusunan persamaan alometrik pohon dalam rangka pendugaan biomassa pohon di atas permukaan tanah untuk pohon sejenis (*mono species*) maupun campuran (*mixed species*), dengan menggunakan metode pengambilan contoh (*sampling*) dengan cara penebangan (*destructive sampling*). Badan Litbang Kehutanan juga sedang mengembangkan pita karbon. Dengan pita karbon maka besarnya karbon dapat diketahui hanya dengan mengukur diameter pohon. Hal yang harus diperhatikan dalam pengukuran karbon adalah ketidakpastian (*uncertainty*), karena pada Sektor LULUCF tingkat *uncertainty* tinggi yang dapat berasal dari kesalahan pengukur yang disebabkan kecerobohan dan tingkat pemahaman, kesalahan pemilihan allometrik dan penyimpangan karena penggunaan angka-angka *default* (BJ Kayu, fraksi C, IPCC *defaults* dan sebagainya). Anonymous (2013)

Pendugaan biomassa dapat dilakukan dengan metode pemanenan (*destructive sampling*) dan metode pendugaan tidak langsung (*non destructive sampling*) menggunakan metode hubungan alometrik dan metode crop meter (Chapman, 1976 dalam Lukito, 2010). Persamaan alometrik berupa fungsi matematika yang didasarkan pada hubungan berat kering biomassa per pohon contoh dengan satu atau lebih kombinasi dari dimensi pohon contoh (diameter dan tinggi) dapat dikembangkan / dihasilkan dari metode destructive sampling atau diperkirakan dari *Fractal Branching Analysis* (FBA). Sedangkan menurut Brown (1997) dalam Lukito 2010 metode pendugaan tidak langsung dapat juga dilakukan dengan menggunakan nilai BEF (*Biomass Expansion Factor*). Nilai BEF merupakan rasio biomassa total sebuah pohon dengan biomassa batang. Menurut Brown (1997) dalam lukito 2010 data hasil inventarisasi dapat dihitung kandungan biomasnya dengan mengalikan volume hasil inventarisasi dengan nilai rata-rata kerapatan kayu dan BEF.

## Persamaan Alometrik

Cara penghitungan karbon dari data hasil inventarisasi karbon dapat menggunakan persamaan alometrik. Alometrik diartikan sebagai hubungan antara ukuran atau pertumbuhan dari salah satu komponen makhluk hidup dengan keseluruhan komponen makhluk hidup tersebut. Dalam pengukuran karbon, persamaan alometrik dinyatakan sebagai persamaan regresi yang menyatakan hubungan antara dimensi pohon dengan biomassa, dan digunakan untuk menduga biomassa pohon sesuai dengan panduan dalam SNI 7725 : 2011. Dalam penyusunan persamaan alometrik diperlukan data parameter pohon (diameter dan/ atau tinggi), berat basah semua bagian (batang, akar, daun, ranting, bunga), berat basah contoh uji, berat Kering. (anonymous 2013)

Cara penghitungan karbon dari data hasil inventarisasi karbon dapat menggunakan persamaan alometrik. Alometrik diartikan sebagai hubungan antara ukuran atau pertumbuhan dari salah satu komponen makhluk hidup dengan keseluruhan komponen makhluk hidup tersebut. Dalam pengukuran karbon, persamaan alometrik dinyatakan sebagai persamaan regresi yang menyatakan hubungan antara dimensi pohon dengan biomassa, dan digunakan untuk menduga biomassa pohon sesuai dengan panduan dalam SNI 7725 : 2011. Dalam penyusunan persamaan alometrik diperlukan data parameter pohon (diameter dan/ atau tinggi), berat basah semua bagian (batang, akar, daun, ranting, bunga), berat basah contoh uji, berat Kering contoh uji dan berat kering total. Penyusunan alometrik menggunakan analisis regresi dengan koefisien regresi menggunakan metode *least square* (metode kuadrat terkecil).

Alometrik merupakan alternatif solusi untuk penghitungan karbon hutan tanpa harus melakukan metode destruktif.

Dengan persamaan alometrik, biomassa dari pohon dapat diduga dengan hanya memasukkan parameter hasil pengukuran dimensi pohon, seperti diameter setinggi dada (*dbh*) dan tinggi maupun volume pohon.

Saat ini Badan Litbang Kehutanan – Kementerian Kehutanan telah mempunyai beberapa persamaan alometrik untuk berbagai jenis tanaman yang dapat digunakan untuk menghitung karbon di suatu tempat. Jika persamaan alometrik yang dibutuhkan belum tersusun, persamaan alometrik yang mendekati dapat divalidasi dengan memperhatikan koefisien determinasi, ekosistem, jenis tanaman, rentang diameter dan catatan-catatan kesesuaian. Cara lain yang dapat ditempuh yaitu dengan mengkonversi hasil perhitungan parameter pohon (volume atau diameter dan/ atau tinggi) dengan faktor koreksi. (anonymous 2013)

## METODE PENELITIAN

### Pembuatan Petak Ukur

Pengukuran Potensi Jati di Desa Summersawit Kecamatan Sidorejo dilakukan dengan pembuatan petak ukur dengan bentuk Jalur dengan intensitas 10 % dari Jumlah Tanaman Jati. Pelaksanaan pengambilan data dilakukan secara systematic sampling with random start

## Pencatatan dan Pengukuran

### Diameter

Titik pengukuran diameter adalah setinggi dada atau 1,3 cm dari permukaan tanah. Prinsip dasar pengukuran diameter adalah posisi pengukuran harus tegak lurus dengan sumbu batang. Alat ukur yang digunakan adalah pita ukur yang mengukur panjang keliling lingkaran pohon. Nilai keliling ini kemudian dikonversikan menjadi diameter dengan membaginya dengan nilai pi (3,14..)

### Tinggi

Pengukuran tinggi meliputi dua yakni tinggi batang bebas cabang dan tinggi total pohon. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah klinometer

### Luas Bidang Dasar

Yang dimaksud dengan bidang dasar pohon dalam penelitian ini adalah penampang lintang batang pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah. Luas bidang dasar individu pohon dihitung dengan rumus lingkaran yakni sebagai berikut;

$$lbds = \frac{\pi d^2}{4}$$

### Faktor Bentuk Pohon

Pengukuran faktor bentuk dilakukan dengan menebang beberapa sampel vegetasi yang berdiameter  $\geq 4,5$  cm. Setelah pohon ditebang, kemudian dilakukan pengukuran panjang batang aktual. Langkah selanjutnya adalah membagi batang menjadi beberapa segmen. Volume tiap segmen dihitung dengan rumus Smalian sebagai berikut:

$$V = \left( \frac{lbds_p + lbds_u}{2} \right) l$$

Keterangan :

V = Volume segmen

$lbds_p$  = Luas bidang dasar pangkal segmen =  $\frac{1}{4}\pi$  (diameter pangkal)<sup>2</sup>

$lbds_u$  = Luas bidang dasar ujung segmen =  $\frac{1}{4}\pi$  (diameter ujung)<sup>2</sup>

l = Panjang segmen.

Volume masing-masing segmen, mulai dari pangkal sampai ujung batang dijumlahkan untuk diketahui volume kayu aktual dari satu pohon.

$$V_{total} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

Untuk mendapatkan faktor bentuk pohon dihitung dengan rumus:

$$f_{1,3} = \frac{V_{aktual}}{V_{silinder}}$$

Keterangan:

Volume aktual = Volume batang pohon dari pangkal sampai ujung batang pohon.

Volume silinder = Volume batang pohon pada dbh dan panjang batang pohon.

## Volume Pohon Berdiri

Untuk menentukan volume pohon berdiri diperoleh melalui perkalian antara luas bidang dasar, tinggi pohon dan faktor bentuk, yang dirumuskan Asman, (1970) sebagai berikut:

$$V = lbs_{1,3} \times h \times f_{1,3}$$

Keterangan:

$V$  = Volume Batang Pohon ( $m^3$ )

$h$  = Tinggi pohon (m)

$lbs_{1,3}$  = Luas bidang dasar pada ketinggian 1,3 m

$f_{1,3}$  = Faktor bentuk

## Pengukuran Biomassa

### Pengambilan Sampel

Pada dilakukan pemilihan pohon sampel yang menjadi objek untuk penelitian kandungan biomassa dan kandungan karbon tanaman. Jumlah pohon yang diambil, minimal mewakili semua umur tanaman dan distrik yang ada. Kriteria pohon sampel adalah mewakili tegakan yang ada dalam petak ukur, memiliki ukuran diameter rata-rata, dan pohonnya sehat. Dalam penelitian ini, jumlah pohon sampel yang diambil 5 pohon. Terhadap pohon sampel dilakukan pengukuran diameter setinggi dada (Dbh) dan tinggi total. Selanjutnya dilakukan penebangan (*destructive sampling*) dan penggalan akar untuk dilakukan pengukuran dan penimbangan berat basah pohon. Pada pohon yang telah ditebang, dilakukan pemisahan komponen menjadi komponen batang, cabang, daun dan akar. Selanjutnya dilakukan pengukuran untuk setiap komponen pohon.

### Pengukuran Kandungan Karbon Pohon

Kandungan karbon tanaman dihitung berdasarkan nilai karbon (C) yang ada pada setiap organ tanaman (batang, cabang, akar dan daun) yang dijumlahkan untuk setiap pohon. Ada 2 (dua) cara pengukuran kandungan karbon yang dilakukan dalam penelitian ini. Pertama, pengukuran tidak langsung dengan mengalikan angka biomassa dengan konstanta karbon 50%. Kedua, pengukuran langsung dengan menggunakan metode karbonisasi atau pengarang. Dalam penelitian ini pendugaan kandungan karbon pohon digunakan dengan cara menggunakan angka konstanta Brown sebesar 50% dari biomassa, dengan tahapan sebagai berikut :

A. Kandungan Karbon Akar (Root Carbon) ( $C_R$ ) =

$$C_R = W_R \times 0,5$$

B. Kandungan Karbon Batang (Stem Carbon) ( $C_S$ ) =

$$C_S = W_S \times 0,5$$

C. Kandungan Karbon Cabang (Branch Carbon) ( $C_B$ ) =

$$C_B = W_B \times 0,5$$

D. Kandungan Karbon Daun (Leaf Carbon) ( $C_L$ ) =

$$C_L = W_L \times 0,5$$

E. Kandungan Karbon Total Pohon (Total Carbon )

$$(C_T) = C_S + C_B + C_L + C_R$$

### Persamaan Allometrik

Persamaan alometrik disusun berdasarkan hubungan korelatif yang dinyatakan dalam model regresi. Hubungan korelatif terjadi secara alamiah diantara peubah/ variabel, misalnya hubungan antara diameter dengan tinggi pohon, hubungan diameter dengan volume pohon, hubungan antara biomassa dan diameter pohon. Adakalanya variasi atau pergerakan naik turun suatu peubah diikuti oleh pergerakan peubah lain secara beraturan, seperti semakin besar ukuran dbh akan diikuti oleh semakin besarnya ukuran tinggi atau volume pohon. (Latifah sitti, 2013). Dengan statistik diharapkan dapat menjawab persoalan menemukan taksiran terbaik untuk hubungan sekelompok peubah. Secara matematis, model hubungan korelatif antar satu peubah dengan satu atau lebih peubah dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_i = f(X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, \dots, X_{ki}) + \epsilon_i$$

$Y_i$  = nilai peubah tak bebas (variabel dependen) pada pengamatan ke- $i$  karena besarnya tergantung pada nilai  $X$ .

$X_i$  = nilai peubah bebas (variable independen)

$\epsilon_i$  = sisaan atau simpangan error.

Analisis regresi ini bertujuan untuk mencari model yang paling sesuai data yang dibutuhkan adalah data berpasangan. Dikaitkan dengan persamaan allometrik, data berpasangan bisa berupa biomassa dan diameter pohon. Besarnya biomassa tergantung pada besarnya diameter pohon. Terdapat berbagai model regresi akan tetapi yang paling banyak digunakan dalam pengukuran hutan adalah metode logaritma dan power. Penyusunan persamaan alometrik menggunakan regresi dengan metode kuadrat terkecil (*least square*). Dalam penyusunan persamaan alometrik, nilai varians menjadi hal yang penting karena varians menjelaskan penyebaran keragaman dalam unit. Selain itu juga perlu diperhatikan standar deviasi dan *error*-nya. Penilaian baik tidaknya taksiran garis regresi dilakukan melalui pendekatan analisis variansi. (annonymous, 2013)

## GAMBARAN UMUM LOKASI

### Keadaan Umum hutan rakyat jati di desa Sumbersawit kec. Sidorejo

Hutan rakyat jati di Desa Sumbersawit Kec. Sidorejo Kab. Magetan, kurang lebih 10 km sebelah timur Kota Magetan tepatnya berada pada koordinat  $8^{\circ} 15' - 7^{\circ} 49'20''$  Lintang Selatan dan  $122^{\circ} 25'47'' - 121^{\circ}54''$  Bujur Timur. Dengan ketinggian kurang lebih 450 - 590 meter di atas permukaan laut dan suhu yang berkisar rata-rata  $29 - 31^{\circ}C$ . Keadaan lapangan hutan rakyat jati di Desa Sumbersawit datar sampai bergelombang ringan hingga berbukit, dengan punggung-punggung membujur dari arah Barat. Letak hutan rakyat jati di Desa Sumbersawit Kec. Sidorejo Kab. Magetan dibatasi oleh :

Sebelah utara : Desa Sumberdodol Kec. Panekan

Sebelah selatan : Desa Sidomulyo kecamatan Sidorejo

Sebelah barat : Desa Sidomulyo Kecamatan Sidorejo

Sébelah timur : Desa Widorokandang kecamatan Sidorejo



Luas Hutan Rakyat FMU Lawu Manunggal di Desa Sumber sawit seluas 214,67 Ha (Lahan dan pekarangan) dengan jenis jenis tanaman hutan rakyat Sengon, Mahoni , Mindi Jati, Adapun Jenis Tanaman jati menempati 40,49 % dari luas seluruh hutan rakyat sumber sawit atau seluas 86,91 Ha luas hutan rakyat sumber sawit. Jenis tanah hutan rakyat jati FMU Lawu Manunggal di desa Sumbersawit kecamatan Sidorejo kabupaten Magetan adalah margalit coklat, hitam dan tidak berbatu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Inventarisasi Tegakan

Inventarisasi terhadap pohon jati di Desa Sumbersawit Kecamatan Sidorejo disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil inventarisasi Pengukuran Diameter dan Tinggi Pohon Jati di hutan rakyat Desa Sumbersawit Kec. Sidorejo Kab. Magetan dengan Intensitas Sampling (IS) 10 %

No. Pohon	Keliling	Dbh	Dbh	Tinggi	LBDS	Vol
	cm	Cm	mtr	mtr	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Total	16,926.77	5,390.69	53.93	4,085	6.401	32,8477
Rerata	42.31	14.17	0.13	10.65	0.015	0.124
Min	18,9	10.21	0.06	7.00	0.003	0.019
Max	82	27,03	0.25	16,50	0.053	0.561
Std Dev	11.42	3.61	0.39	1.47	0.0183	0.0843
Convidance	9.17	2.91	0.029	1.17	0.0073	0.0749

*Sumber : data primer di olah*

Jumlah tanaman jati desa Sumbersawit keseluruhan sebanyak 32.285 pohon, pada areal seluas 86,91 hektar diambil sampel sebanyak 10% = 3.228 pohon. Hasil diperoleh dengan pengamatan langsung di hutan rakyat jati desa Sumbersawit Kec. Sidorejo Kab. Magetan. Diperoleh sbb :

1. Volume total = 400,272 m<sup>3</sup>, volume rata-rata = 0,124 m<sup>3</sup>, volume minimal 0,02763 m<sup>3</sup>, volume maksimal 0,6031 m<sup>3</sup>.
2. Keliling rata-rata tiap pohon jati = 42,31 cm keliling minimal = 18,9 cm (0,189 m), keliling maksimal = 82 cm (0,82 m).
3. Diameter pohon rata-rata = 0,14 m, diameter minimal 0,10 m, diameter maksimal 0,27 m.
4. Rata-rata tinggi pohon 10.65 m, tinggi minimal 7 m, tinggi maksimal 16,5 m.

Hasil inventarisasi tegakan di atas terlihat bahwa rata-rata volume tanaman jati hutan rakyat di Desa Sumbersawit adalah sebesar 0,124 m<sup>3</sup> per pohon atau setara dengan 32,280 m<sup>3</sup> per Hektar

### Penentuan model persamaan Volume

Penentuan model alometrik menentukan volume pohon berdiri disajikan pada rekapitulasi pada Tabel 2 sbb.

Tabel 2. Penentuan volume dan model persamaan

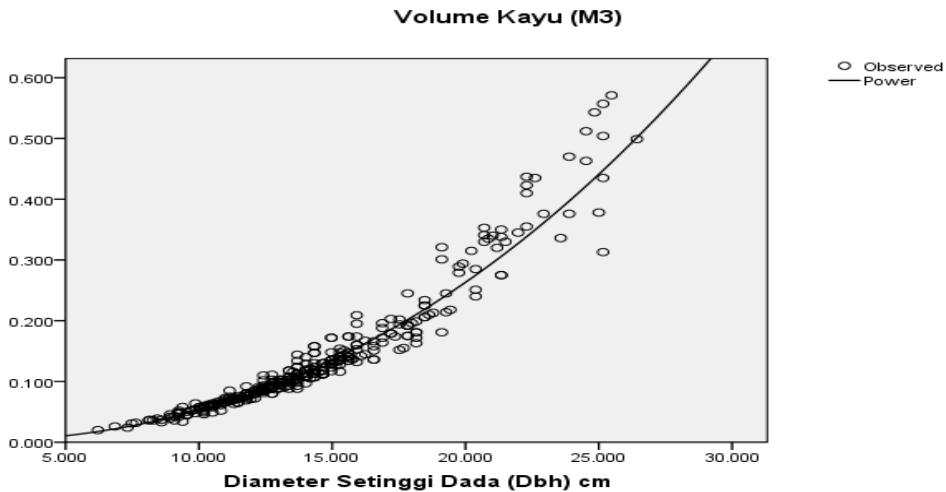
.No	Model Persamaan	R	R <sup>2</sup>	See	RSS	F.Hit
1	Linear : $Y = a + bx$ $a = -0,162$ $b = 1,97$	0,913	0,842	0,028	0,337	2279,979
2	Logarithmic : $Y = a + b \ln x$ $a = 0,609$ $b = 0,257$	0,859	0,741	0,035	0,581	1149,887
3	Quadratic : $Y = a + b + cx$ $a = 0,061$ $b = -1,454$ $c = 9,242$	0,959	0,912	0,022	0,177	2328,901
4	Power : $Y = ax^b$ $a = 0.0002413$ $b = 2.263$	<b>0,995</b>	<b>0,978</b>	<b>0,0153</b>	<b>0,014</b>	<b>1314,267</b>
5	Growth : $Y = e^{a+bx}$ $a = -4,731$ $b = 14.283$	0,965	0,943	0,171	10,268	5617,079
6	Power : $Y = a + bx + cx^2 + dx^3$ $a = 0,051$ $b = -0,871$ $c = 5,568$ $d = 3,200$	0,959	0,920	0,020	0,169	1562,438

$e = \text{bilangan alam } 2,71828$

Pada tabel diatas terlihat hubungan diameter setinggi dada (dbh) sebagai variabel bebas terhadap volume pohon berdiri diperoleh model yang paling tepat adalah model Power dengan nilai  $R^2$  0,978, yang berarti 97,8 % variabel volume dapat dijelaskan oleh variabel diameter setinggi dada (dbh), sisanya 2,2 % oleh variabel lain. Nilai Jumlah Kuadrat Error (RSS) 0,014 dan *Standart Error of The Estimate* (See) 0,0153. Berdasarkan hasil analisa varian untuk menguji signifikansi hubungan tersebut, dapat dilihat bahwa hubungan antara diameter setinggi dada (dbh) terhadap volume pohon berdiri memiliki korelasi yang signifikansi atau menunjukkan adanya tingkat hubungan yang tinggi. Uji ANOVA didapat f hitung sebesar 1314,267 dengan tingkat signifikansi ( $<0,05$ ), sehingga model regresi dapat dipakai untuk memprediksi volume pohon berdiri. Persamaan yang terbentuk dapat digunakan untuk menduga volume pohon berdiri dengan menggunakan diameter setinggi dada sebagai variabel penduga. Model Power memiliki persamaan seperti berikut:

$$\text{Volume Pohon berdiri (m}^3\text{)} = Y = 0.0002413 \text{ Dbh (cm)} 2.263$$

Gambar Model analisa hubungan diameter setinggi dada dengan volume kayu berdiri disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar-1 Model Allometri Power Perhitungan Volume Pohon Berdiri hutan rakyat jati desa Sumpawit kecamatan Sidorejo

### Perhitungan Volume dengan Menggunakan Model Power

Berdasarkan model terpilih yaitu dengan model Power maka rekapitulasi perhitungan volume dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Volume dengan Model Power.

Nomer	Konstanta	Coef-b	dbh	Vol-Model
	a	B	mtr	M3
1	2	3	5	7
Total	.0002686	2.422	5,654.72	31,952
Rerata			15.19601	0.14215
Min			5.910102	0.02763
Max			27.65331	0.60314
Std Dev			3.859270	0.07987
Convidance			3.092762	0.0699

Sumber : Data Primer di olah

Perhitungan atau volume dengan model persamaan Power, Total volume = 32,280 m<sup>3</sup>, Rata-rata volume tiap pohon 0,14215 m<sup>3</sup>, Volume minimal 0,02763 m<sup>3</sup>, Volume maksimal 0,60314 m<sup>3</sup>.

### Perbandingan Antara Volume Manual dengan Volume Model

Untuk dapat melihat perbandingan antara volume manual dengan volume model maka dilakukan uji t-tes seperti disaksikan pada tabel 4 dan tabel 5 :

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Volume Manual dengan Volume Model.

No	Keliling	Dbh	Manual		Power
			dbh	Vol (X1)	Vol-(X2)
	Cm	Cm	mtr	mtr3	mtr3

1	2	3	4	5	6
Total			53,93	32,8012	31,952

Sumber : Data primer diolah

Tabel 5. Rekapitulasi total skor dan data rata-rata volume terhadap parameter Model Volume manual dan model pendugaan volume Model.

No	Keterangan	Notasi	Nilai
1	Jumlah nilai volume manual	$\Sigma X_1$	32,8012
2	Jumlah nilai volume model	$\Sigma X_2$	31,952
3	Jumlah nilai perbedaan	$\Sigma (X_1 - X_2) / n$	0,00155
4	Jumlah nilai perbedaan kuadrat	$[\Sigma (X_1 - X_2)]^2$	0,2000

Sumber : Data Primer diolah

1. Harga rata-rata perbedaan  $P_{x_1 - x_2} = 0,00155$
2. Varians =  $Sd^2 = 0,000497$
3.  $Sd = \sqrt{Sd^2} = 0,02202$
4. Standar eror perbedaan harga rata-rata =  $S_{x_1 - x_2} = S_{dm} = 0,00111$
5.  $T_{hitung} = 1.430$
6. Nilai t menurut tabel untuk tingkat signifikansi 95 % atau dengan  $\alpha (0,05)$  pada  $db = 300 \pm 1,960$

Berdasarkan uji t-test nilai t hitung lebih kecil dari t tabel pada selang kepercayaan 95% ( $\alpha = 0.05$ ) yang artinya tidak ada pengaruh yang signifikan antara perhitungan volume dengan manual maupun volume menggunakan perhitungan model Power.

### Hasil Inventarisasi Biomassa

Untuk dapat mengetahui biomassa sampel organ tanaman jati hutan rakyat desa Summersawit di gunakan rumus Berat basah di kali 1 di kurangi kadar air, sehingga dari formula tersebut di dapatkan berat biomassa organ tanaman jati seperti dapat di lihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Pengukuran Biomassa Sampel organ tanaman hutan rakyat jati

Kode Pohon	Dbh (cm)	H (m)	Biomassa (Kg)				Total
			Akar	Batang	Cabang	Daun	
phn1	14.81	11.57	39.54	97.29	39.33	18.17	177.35
phn2	15.66	13.84	35.45	118.76	32.90	22.53	201.52
phn3	10.99	13.20	57.32	94.62	27.64	13.84	194.22
phn4	13.21	14.75	59.11	119.70	33.69	23.88	212.78
phn5	15.28	15.40	38.68	111.39	34.77	15.77	187.35
Rata-rata	13.99	13.75	46.02	108.35	33.66	18.83	194.64

Sumber : Data primer di olah

Pada Tabel 6 dapat di lihat bahwa rata rata berat biomassa tanaman jati di Desa Sumber-sawit Kec. Sidorejo Kabupaten Magetan adalah sebesar 194.64 Kg atau mencapai 0.52605 % dari rata rata kondisi berat basahnya. Dari rata rata berat sampel tersebut organ batang memiliki prosentase biomassa terbesar di dibandingkan dengan organ tanaman lain yaitu sebesar 54,12 % dari berat total biomassa, sedang akar menempati tempat ke dua sebesar 20,53 %, Cabang sebesar 15,91 % dan yang paling terkecil dari organ tanaman jati rakyat adalah daun yaitu sebesar 9,44 % dari total berat biomassa rata-rata tanaman jati hutan rakyat desa Sumpersawit.

Dengan luas hutan rakyat tanaman jati di desa Sumpersawit seluas 214,67 dimana terdapat 4 jenis tanaman hutan rakyat yaitu Sengon, Mahoni, Mindi dan Jati dengan prosentase tanaman jati sebesar 40,49 % atau seluas 86,91 Ha maka total potensi biomassa tegakan 591.696,8 ton. Atau bila di nyatakan dalam satuan luas per hektar maka biomassa tanaman jati di desa Sumpersawit kec. Sidorejo Kab. Magetan rata rata sebesar 6.745 ton per hektar. Komposisi kandungan Biomassa pada masing-masing komponen pohon juga berbeda, dimana tertinggi adalah pada komponen batang, diikuti oleh cabang, akar, dan daun. Untuk jelasnya dapat di lihat pada Tabel 7 :

Tabel 7. Rata-rata Potensi Biomassa Tanaman Jati Rakyat

Kode Pohon	Dbh (cm)	H (m)	Karbon (Kg)				
			Akar	Batang	Cabang	Daun	Total
phn1	14.81	11.57	19.77	48.645	19.665	9.085	97.165
phn2	15.66	13.84	17.725	59.38	16.45	11.265	104.82
phn3	10.99	13.2	28.66	47.31	13.82	6.92	96.71
phn4	13.21	14.75	29.555	59.85	16.845	11.94	118.19
phn5	15.28	15.4	19.34	55.695	17.385	7.885	100.305
Rata-rata	13.99	13.75	23.01	54.176	16.833	9.419	103.438

Sumber : Data primer di olah

### Persamaan Allometrik

Dari data potensi biomassa pohon, selanjutnya dapat dibuat model hubungan antara Dbh dengan potensi biomassa komponen pohon dan Dbh dengan total potensi biomassa pohon. Pengolahan data menggunakan SPSS, dengan kriteria model terpilih adalah R<sup>2</sup> terbesar dan JKE terkecil. Dengan menggunakan persamaan allometrik dari model terpilih, maka biomassa untuk tiap komponen pohon dan biomassa untuk total pohon dapat diduga dengan menggunakan Dbh sebagai variabel pembuka. Berdasarkan analisis varian untuk masing-masing model menunjukkan nilai signifikan (< 0,05), baik untuk korelasi hubungan dan nilai konstanta serta koefisien prediktor. Adapun model allometri terpilih tiap organ tanaman di sajikan pada Tabel 8 sbb:

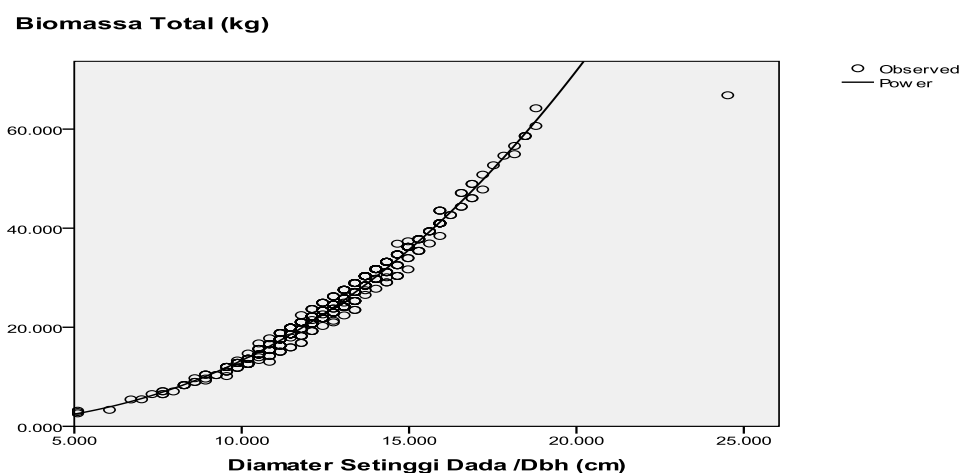
Tabel 8. Model Persamaan Allometrik Terpilih Untuk Pendugaan Biomassa

No.	Bentuk Hubungan	Model Terpilih	Kriteria	Persamaan
1	Dbh - Biomassa Akar	Power	R <sup>2</sup> = 0,850 JKE = 1,848	WR = 0,00045 D <sup>2,321</sup>

2	Dbh - Biomassa Batang	Power	$R^2 = 0,851$ JKE = 1,848	$WS = 0,0241 D^{2,123}$
3	Dbh - Biomassa Cabang	Powe	$R^2 = 0,850$ JKE = 1,850	$WB = 0,0041 D^{2,1134}$
4	Dbh - Biomassa Daun	Power	$R^2 = 0,913$ JKE = 1,824	$WL = 0,0261 D^{2,451}$
5	Dbh - Biomassa Pohon	Power	$R^2 = 0,901$ JKE = 1,822	$WT = 0,055 D^{2,102}$

Sumber : Data Primer di olah

Untuk memberikan gambaran secara visual, maka garis regresi dengan data hasil pengukuran total biomassa terhadap diameter setinggi dada (Dbh) digambarkan dalam bentuk grafik atau diagram pencar (*scatter plot*), seperti disajikan pada Gambar 2



Gambar 2. Grafik Hubungan Dbh dengan Total Potensi Biomassa

### Potensi Karbon

Penelitian ini juga melakukan pengukuran kandungan karbon terhadap tanaman Jati Rakyat di Desa Sumbersawit Kec. Sidorejo Kab. Magetan, namun dibatasi hanya pada tanaman yang hidup, sementara karbon pada serasah, tumbuhan bawah, pohon yang mati dan tanah tidak dilakukan pengukuran. metode pengukuran yang dilakukan, yaitu pengukuran tidak langsung dengan metode konversi biomassa ke karbon menggunakan angka konversi 50%. Data hasil pendugaan biomassa, selanjutnya digunakan untuk perhitungan kandungan karbon dengan menggunakan metode konversi biomassa. Potensi kandungan karbon tegakan per organ tanaman di Desa Sumbersawit adalah seperti pada Tabel 9 sebagai berikut :

Tabel 9. Rata-rata Potensi Karbon Tanaman Jati Rakyat

Kode Pohon	Dbh (cm)	H (m)	Biomassa (Kg)				Total
			Akar	Batang	Cabang	Daun	
phn1	14.81	11.57	19.77	97.29	39.33	18.17	177.35

phn2	15.66	13.84	17.73	118.76	32.90	22.53	201.52
phn3	10.99	13.20	57.32	94.62	27.64	13.84	194.22
phn4	13.21	14.75	59.11	119.70	33.69	23.88	212.78
phn5	15.28	15.40	38.68	111.39	34.77	15.77	187.35
Rata-rata	13.99	13.75	46.02	108.35	33.66	18.83	194.64

Sumber : Data Primer Di olah

Potensi kandungan karbon tanaman Jati di Desa Sumpersawit Kec. Sidorejo Kab. Magetan dengan metode konversi biomassa berkisar rata-rata sebesar 6,552 ton karbon/ha. Dengan realisasi tanaman jati seluas 32.285 pohon atau seluas 86,91 ha, maka total potensi kandungan karbon tegakan Jati rakyat adalah 295.869,4 ton Carbon. Bila di konversi ke dalam satuan volume per hektar berkisar 3.372,5 ton carbon per hektar. Komposisi kandungan karbon pada masing-masing komponen pohon juga berbeda, dimana tertinggi adalah pada komponen batang, diikuti oleh cabang, akar, dan daun .:

### Persamaan Allometrik

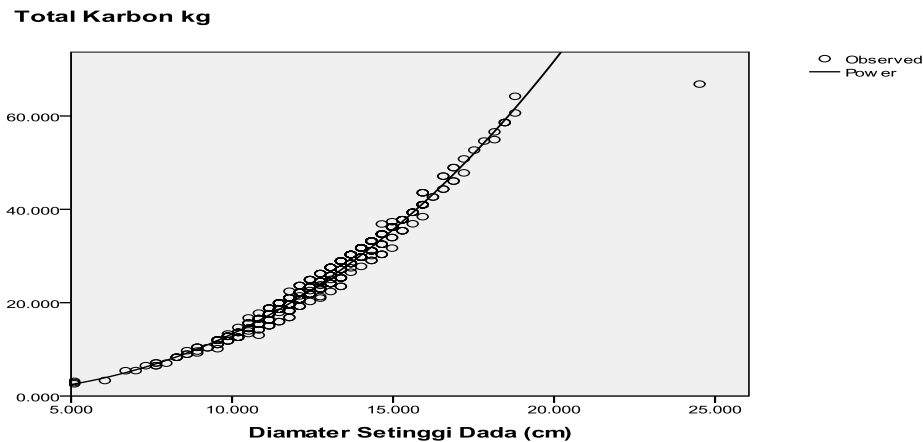
Dari hasil perhitungan kandungan karbon pohon dengan metode konversi biomassa, dapat dibangun model hubungan allometrik antara Dbh dengan simpanan karbon masing-masing komponen pohon dan total pohon. Pengolahan data menggunakan SPSS, dengan kriteria model terpilih adalah  $R^2$  terbesar dan JKE terkecil. Adapun model terpilih disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Model Persamaan Allometrik Terpilih Untuk Pendugaan Karbon

No.	Bentuk Hubungan	Model Terpilih	Kriteria	Persamaan
1	Dbh – Karbon Akar	Power	$R^2 = 0,871$ JKE = 1,868	CR = 0,0071 D <sup>2,234</sup>
2	Dbh – Karbon Batang	Power	$R^2 = 0,872$ JKE = 1,862	CS = 0,032 D <sup>2,234</sup>
3	Dbh – KarbonCabang	Power	$R^2 = 0,878$ JKE = 1,870	CB = 0,078 D <sup>2,234</sup>
4	Dbh – Karbon Daun	Power	$R^2 = 0,873$ JKE = 1,867	CL = 0,004 D <sup>2,234</sup>
5	Dbh – Karbon Pohon	Power	$R^2 = 0,868$ JKE = 1,866	CT = 0,042 D <sup>2,234</sup>

Sumber data primer di olah

Untuk memberikan gambaran secara visual, maka garis regresi dengan data hasil pengukuran digambarkan dalam bentuk grafik atau diagram pencar (*scatter plot*), seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Dbh dengan Total Potensi Karbon

## KESIMPULAN

- Estimasi Potensi tegakan berdiri untuk hutan rakyat tanaman Jati di Desa Sumbersawit Kec. Sidorejo Kab. Magetan, terlihat bahwa rata-rata volume tanaman jati hutan rakyat di Desa Sumbersawit adalah sebesar  $0,124 \text{ m}^3$  per pohon atau setara dengan  $32,280 \text{ m}^3$  per Hektar
- luas hutan rakyat tanaman jati di desa Sumbersawit seluas  $214,67 \text{ Ha}$  dimana terdapat 4 jenis tanaman hutan rakyat yaitu Sengon, Mahoni, Mindi dan Jati dengan prosentase tanaman jati sebesar  $40,49 \%$  atau seluas  $,86,91 \text{ Ha}$  maka total potensi biomassa tegakan  $591.696,8 \text{ ton}$ . Atau bila di nyatakan dalam satuan luas per hektar maka biomassa tanaman jati di desa Sumbersawit kec. Sidorejo Kab. Magetan rata rata sebesar  $6.7450 \text{ ton per hektar}$
- Potensi kandungan karbon tanaman Jati di Desa Sumbersawit Kec. Sidorejo Kab. Magetan dengan metode konversi biomassa berkisar rata-rata sebesar  $3.372,5 \text{ ton karbon/ha}$ . Dengan realisasi tanaman seluas  $32.285$  pohon atau seluas  $86,91 \text{ ha}$ , maka total potensi kandungan karbon tegakan Jati rakyat adalah  $295.846,4 \text{ ton Carbon}$ .

## SARAN

Pengukuran potensi karbon pada hutan tanaman Jati dalam penelitian ini hanya didasarkan komposisi karbon sebesar  $50 \%$  dari biomasnya. Perlu dilakukan dengan menggunakan pengukuran langsung. (*direct measurement*)

## DAFTAR PUSTAKA

Anonymous 2013. Prosiding Pelatihan / pembekalan teknis kehutanan dan perhitungan karbon Hutan. Pusat standarisasi kementerian kehutanan dan *Forest Carbon Pathnership Facility Word Bank*



- Anonymous 2013. Prosiding *Training Of Trainers (TOT) Penghitungan Dan Monitoring Karbon Hutan*. Pusat standarisasi kementerian kehutanan dan *Forest Carbon Pathnership Facility Word Bank*
- Asman, E., 1970. *The Principle of Forest Yield Study. Study in The Organic Production, Structure, Increment and Yield of Forest Stand*. Pergamon Press. Oxford. New york, Toronto, Sydney, Braunschweig
- Borbour , M.G; J.H Burk dan W.D Pitts., 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. California: The benyamin / Cumings Publishing Company, Inc
- Cohran, G.W. dan W.G Snedecor, 1980. *Statistical Methods*. State University of Iowa. USA
- Hairiah, K dan Rahayu, S., 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre. ICRAF Southeast Asia Regional Office. Bogor
- Losi, C.J. Thomas, G.S. Richard, C. Juan, E.M., 2003. *Analysis of Alternative Methods for Estimating Carbon Stock in Young Tropical Plantations*, Forest Ecology and Management
- Latifah Sitti, 2013. Opsi-Opsi Metode Inventarisasi dan Penyusunan Persamaan Alometrik untuk Pendugaan Karbon Hutan. Prosiding Pelatihan / pembekalan teknis kehutanan dan perhitungan karbon Hutan. Pusat standarisasi kementerian kehutanan dan *Forest Carbon Pathnership Facility Word Bank*
- Lukito. Martin, 2010, Studi Inventarisasi Hutan tanaman Kayu Putih Dalam Menghasilkan Biomassa dan karbon hutan. Tesis Fakultas Kehutanan UGM. Tidak Di publikasikan
- Sulaiman, W., 2004. *Analisis Regresi Menggunakan SPSS. Contoh Kasus dan Pemecahannya*. Andi. Yogyakarta
- Tabacnick, B.G., dan L.S. Fidel., 2007. *Using Multivariate Statistics, Fifth Edition*. Pearson Education. Inc United States of America.
- Walpole, R.E., 2007. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

# PEMANFAATAN LIMBAH SAND BLASTING SEBAGAI BAHAN AGREGAT HALUS PENGGANTI PASIR UNTUK PEMBUATAN BETON

Seno Aji <sup>1)</sup> Martana <sup>2)</sup> Rosyid Kholilur Rohman <sup>3)</sup>

<sup>1) 2) 3)</sup> Dosen Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun  
email : senjikare@yahoo.co.id

## Abstract

*Along with population growth and rising demand for the building, then this will lead to increased need for forming concrete aggregate materials, such as fine aggregate material. PT INKA in Madiun in annually produce waste sand blasting with a relatively large amount of volume and little had been utilized. To help solve these problems, so in this study were taken title Waste Utilization Sand Blasting As Fine Aggregate Materials for Concrete Replacement Sand. In the first year of this study examined the chemical properties of the waste sand blasting PT. INKA, and examines the strong sides and the strength of concrete with a strength of concrete  $f_c$  '20 MPa. Method for making concrete quality by using a mix design in Civil Engineering Laboratory Unmer Madiun. The test object used cylindrical diameter of 150 mm, a height of 300 mm by 30 samples with a variety of waste sand replacement ratio of the mixture of sand blasting is 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. As for the chemical test conducted at the Laboratory of Integrated Mathematics University March Surakarta. XRF testing results show that the waste sand blasting PT. INKA has a content of chemical compounds in the form of  $\text{SiO}_2$  (83.98%),  $\text{CaO}$  (3.58%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (2.72%),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (2.17%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (1.90%),  $\text{SO}_3$  (1, 67%), and the other below 1.5%. While the results of the relationship between the size of the filter graph with the percentage of fine aggregate break-grain sand blasting into the gradation 2. Then from the concrete compressive strength test results obtained by the results of the compressive strength of concrete cylinders largest occurred in the use of fine aggregate sand blasting 50% in the amount of 279.05 kg /  $\text{cm}^2$ . As for the compressive strength of concrete cylinders smallest occurs in the use of fine aggregate sand blasting 100% in the amount of 147.28 kg /  $\text{cm}^2$ . As for the value of tensile strength of concrete cylinders biggest split occurred in the use of fine aggregate sand blasting 25% in the amount of 116.27 kg /  $\text{cm}^2$ , and the value of the smallest sides tensile strength of concrete cylinders occurs in the use of fine aggregate sand blasting 100% in the amount of 58.14 kg /  $\text{cm}^2$ .*

**Keywords:** *waste sand blasting, XRF testing, concrete, reinforced concrete, split tensile strength, compressive strength.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Beton adalah merupakan salah satu bahan bangunan yang dipakai secara luas dalam kehidupan sosial masyarakat modern. Hampir dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak dapat terlepas dari beton. Sebagai contoh gedung, rumah, perkantoran, jalan dan jembatan sebagian besar terbuat dari beton. Dengan kata lain modernisasi masyarakat juga dipengaruhi oleh dampak perkembangan teknologi beton.

Beton terbuat dari campuran pasir, batu pecah, serta semen dan air sebagai perekatnya dengan perbandingan tertentu. Penggunaan beton pada masyarakat dan pemerintah umumnya menggunakan beton dengan mutu  $f_c' 20$  MPa. Material agregat halus sebagai bahan material pembentuk beton tersebut umumnya diambil dari sumber alam yang jauh dari perkotaan.

Akhir-akhir ini telah terjadi kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaan material baru bahan bangunan yang material tersebut adalah hasil dari penambangan. Kerusakan lingkungan yang terjadi diantaranya adalah hilangnya tanah subur, hilangnya batu-batu besar di sungai (tempat tinggal ikan dan penghambat laju air sungai), dan sebagainya. Disisi lain kegiatan industri juga menghasilkan bahan sisa atau limbah yang dapat menimbulkan dampak negatif bila tidak dikelola secara baik dan bijaksana. Sehingga perlu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan memanfaatkan kembali bahan sisa atau limbah secara optimal, tepat dan bijaksana. Pemilihan penggunaan bahan limbah dalam hal ini limbah *Sand Blasting* dikarenakan volume limbah ini terdapat banyak di PT INKA dan volumenya setiap tahun terus bertambah. Jika hal ini dibiarkan atau tidak diurus, maka akan menjadi suatu masalah yang serius, yaitu menjadi gundukan limbah *Sand Blasting*. Disamping itu limbah *Sand Blasting* di PT INKA belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan *Sand Blasting* sejauh ini hanya digunakan sebagai bahan urugan. Dengan pemanfaatan bahan sisa atau limbah industri, salah satunya adalah pasir limbah *Sand Blasting* yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan pengganti pasir. Sehingga diharapkan dapat menjadi alternatif menghasilkan bahan material yang relatif murah sekaligus meningkatkan nilai guna limbah pasir *Sand Blasting* dan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkannya.

### Permasalahan

Isu kerusakan lingkungan dan ekosistem yang terjadi akibat penambangan agregat atau material bangunan telah terjadi pada semua negara. Hal ini mengharuskan adanya usaha-usaha baru untuk menyelamatkan dunia dari kerusakan dan setidaknya adalah menghambat terjadinya kerusakan lingkungan. Seperti yang diketahui, PT. INKA dalam setiap tahunnya menghasilkan limbah *sand blasting* dengan jumlah volume yang relatif besar. Karena pemanfaatan Limbah tersebut masih relatif sedikit atau kecil, maka dalam setiap tahunnya limbah *sand blasting* semakin menumpuk. Jika hal ini dibiarkan, maka tidak menutup kemungkinan akan terjadi gunung limbah *sand blasting* di Kota Madiun.

### Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis sejauh manakah karakteristik penggunaan agregat halus limbah *Sand Blasting* PT INKA sebagai bahan pengganti agregat halus dalam

pembuatan beton dengan mutu beton yang direncanakan adalah  $f_c'$  20 MPa. Benda uji berbentuk silinder beton berdiameter 150 mm, tinggi 300 mm sebanyak 30 sampel dengan variasi rasio penggantian pasir limbah *sand blasting* terhadap campuran adalah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Karakteristik yang dimaksud disini adalah susunan kimiawi limbah *sand blasting* PT. INKA, porositas beton, slump beton segar, kuat belah/geser dan kuat tekan beton pada umur 28 hari.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Limbah Pasir Sand Blasting PT. INKA

*Sand blasting* artinya semburan pasir yaitu suatu istilah umum untuk proses dalam memperlancar, membentuk dan membersihkan suatu permukaan yang susah dikeraskan atau dihaluskan dengan memaksa partikel butiran padat ke permukaan lain dengan kecepatan tinggi, efeknya serupa dengan penggunaan amplas. Semburan pasir dapat terjadi secara alami, biasanya sebagai hasil pukulan partikel oleh angin yang menyebabkan erosi galian atau di buat menggunakan udara kempaan. Sebuah pembuatan proses semburan pasir sudah dipatenkan oleh *Benjamin Chew Tilghman* pada tanggal 18 Oktober 1870. *Sand blasting* digunakan untuk membersihkan kotoran, kerusakan, cat atau lapisan-lapisan lain dari pergantian permukaan. Pembersihan kerikil pada umumnya tidak mengandung limbah berbahaya. Biasanya industri-industri menggunakan semburan pasir untuk bangunan kapal dan pemeliharaan, alat-alat transportasi, pemeliharaan jembatan dan operasi-operasi militer.

*Sand blasting* dalam industri transportasi digunakan dalam kegiatan perawatan gerbong kereta, seperti dalam perbaikan atau pengecatan kereta. Material yang digunakan memiliki karakteristik yang sama dengan pasir pada umumnya seperti pasir kuarsa. Sehingga diharapkan dapat sebagai bahan pengganti pasir dalam pembuatan beton.

Menurut Suhala dan Arifin, 1997, sifat-sifat fisik yang terdapat dalam mineral-mineral pasir kuarsa, antara lain:

- a. Warna: putih bening atau warna lain bergantung kepada senyawa pengotornya; misalnya, warna kuning mengandung Feroksida, warna merah mengandung Cu-oksida.
- b. Berat jenis: 2,65
- c. Bentuk kristal: hexagonal
- f. Panas spesifik: 0,185

*Sand blasting* pada PT. INKA merupakan suatu bahan material berbentuk seperti pasir kuarsa, berwarna putih krem dengan unsur utama silika yang dimanfaatkan untuk proses pembersihan dan pengecatan pada badan kereta PT. INKA. Pada keadaan jenuh *sand blasting* akan dikeluarkan berupa limbah. Limbah *sand blasting* ini akan digunakan sebagai material pengganti agregat halus atau pasir murni.

### Agregat halus.

Yang dimaksud dengan agregat halus (pasir) adalah butiran-butiran mineral keras dan halus yang bentuknya mendekati bulat, ukuran butirannya sebagian besar terletak antara 0,075 mm sampai 5 mm, dan kadar bagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5 % (Departemen Pekerjaan Umum, 1982).

## Agregat kasar.

Yang dimaksud dengan agregat kasar (batu pecah) adalah butiran mineral keras yang sebagian besar butirannya berukuran antara 5 mm sampai 40 mm, dan besar butiran maksimum yang diijinkan tergantung pada maksud dan pemakaian (Departemen Pekerjaan Umum, 2002). Agregat kasar yang akan dicampurkan sebagai adukan beton harus mempunyai syarat mutu yang ditetapkan. Ukuran agregat maksimum untuk  $f_c'$  kurang dari 9000 psi (62 MPa) digunakan  $\frac{3}{4}$  inci - 1 inci (19 mm-25 mm), sedangkan  $f_c'$  lebih dari 9000 psi (62 MPa) digunakan agregat maksimum  $\frac{3}{8}$  inci -  $\frac{1}{2}$  inci (9,5 mm-12,7 mm).

Tabel 1. Gradasi agregat kasar dan agregat halus.

Lubang ayakan (mm)	Presentasi berat butir lolos				Agregat Halus
	Ukuran maksimum agregat				
	2 inc	1½ inc	1 inc	¾ inc	
2 (50)	95 - 100	100	-	-	-
1½ (37,5)	-	95 - 100	100	-	-
1 (25,0)	25-70	-	95 - 100	100	-
¾ (19,0)	-	35 - 70	-	90 - 100	-
½ (12,5)	10 - 30	-	25 - 60	-	-
3/8 (9,5)	0 - 5	10 - 30	-	20 - 25	100
NO.4 (4,75)	0	0 - 5	10 - 30	0 - 10	95 - 100
NO.8 (2,36)	0	0	0 - 5	0 - 5	80 - 100
NO.16 (1,18)	0	0	0	0	50 - 85
NO.30 (0,6)	0	0	0	0	25 - 60
NO.50 (0,3)	0	0	0	0	10 - 30
NO.100 (0,15)	0	0	0	0	2 - 10

Sumber: Nugraha, P., Antoni (2007)

## Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Perbandingan jumlah air terhadap semen atau yang disebut sebagai faktor air semen sangat penting karena jumlah air yang berlebihan akan menyebabkan gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

Secara garis besar, air yang digunakan untuk campuran beton harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Air yang digunakan untuk pembuatan beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, juga zat organik atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton,
- Air tawar yang tidak bisa diminum tidak boleh digunakan untuk campuran beton.

Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kuat beton yang menggunakan air standar (PBI 1971).

## METODOLOGI PENELITIAN

### Analisis Bahan

Analisis bahan dilakukan pada penelitian tahun pertama dan kedua untuk analisis agregat halus dan agregat kasar bahan pembentuk beton serta beton bertulang. Adapun analisis bahan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Analisis Saringan  
Untuk mengetahui ukuran butir dan gradasi agregat. Digunakan untuk desain campuran beton.
- Analisis Berat Jenis dan Absorpsi Batu Pecah  
Mengetahui nilai berat jenis dan kemampuan menyerap air. Sangat menentukan jika proses pembuatan beton segera dilakukan. Juga untuk menjaga nilai kekuatan beton.
- Analisis Kadar Air  
Untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam agregat.
- Analisis Kadar Slit dan Clay  
Untuk mengetahui besarnya kotoran dalam hal ini adalah lempung atau tanah yang bercampur dengan agregat.
- Abrasi Test  
Mengetahui nilai keausan agregat yang disebabkan oleh faktor mekanis.
- Analisis Bulking Factor Test  
Mengetahui prosentase pengembangan volume agregat halus pada kondisi terendam.
- Analisis Kadar Organik Pasir.  
Mengetahui kadar organik yang terdapat pada pasir jika digunakan untuk campuran beton maka semakin banyak kadar organik maka nilai ikat semen akan semakin berkurang.

### Metode Penelitian Tahun Pertama

Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah Penelitian Eksperimen Sungguhan (*True Experiment Research*). Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah dengan mempergunakan campuran bahan beton yang berbeda, yaitu mengganti prosentase penggunaan agregat limbah *sand blasting* dengan agregat halus alam (pasir). Untuk uji tekan silinder beton diperlukan sampel sebanyak 15 benda uji, sedangkan untuk uji belah silinder beton diperlukan sampel sebanyak 15 benda uji. Dengan demikian untuk benda uji keseluruhan diperlukan 30 benda uji, dimana benda uji tekan dan uji belah berbentuk silinder beton berdiameter 150 mm, tinggi 300 mm.

### Cara penelitian dan pengujian

Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan membuat benda uji berupa 30 buah benda uji berupa silinder beton berdiameter 150 mm, tinggi 300 mm untuk pengujian kuat geser dan kuat tekan beton. Pada pembuatan benda uji ini, sebelumnya cetakan dilumasi dengan minyak pelumas. Pengecoran dilakukan dengan terlebih dahulu menimbang bahan pembentuk beton sesuai dengan proporsi yang telah direncanakan, dan dimasukkan dalam

mesin pengaduk yang sedang berputar dan dibiarkan selama kurang lebih lima menit. Sebelum beton segar dimasukkan dalam cetakan, terlebih dahulu diukur slumpnya untuk mengetahui tingkat kelecakan beton. Pengecoran dilakukan dalam cetakan yang telah disediakan secara bertahap (perlapis) dan dilakukan pemadatan dengan tongkat pemadat kemudian diratakan serta dihaluskan permukaannya. Perawatan benda uji dilakukan dengan merendam benda uji ke dalam air. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi pengurangan air akibat penguapan sehingga dapat menghambat proses hidrasi pada beton pada saat terjadi ikatan awal yang berarti berkurangnya peningkatan kekuatan. Pada pengujian ini bisa dilakukan perawatan benda uji dengan perendaman selama 28 hari.

### Pengujian I

Pengujian ini dilakukan pada sampel pada saat sampel masih segar atau belum kering. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai slump yang mengindikasikan tingkat kekentalan beton segar. Semakin besar nilai slump akan semakin tinggi nilai *workability* (kemudahan pengerjaan). Nilai *workability* berhubungan erat dengan nilai FAS yaitu perbandingan berat air dan semen portland yang digunakan dalam pembuatan adukan beton. Nilai FAS yang terlalu tinggi menyebabkan adukan beton mempunyai banyak pori terisi air dan setelah beton mengeras akan menjadi rongga sehingga kekuatan beton menjadi rendah.

### Pengujian II

Setelah benda uji silinder mencapai umur yang ditentukan dalam penelitian yaitu 28 hari, maka benda uji silinder di test dengan alat yang disebut *Compression Testing Machine*. Pada pengujian kuat tekan beton ditekan sampai hancur dan nilai pembacaannya dicatat sebagai P max (KN). Sedangkan pengujian kuat belah beton, benda uji silinder diletakan dalam alat CTM dengan posisi tidur kemudian ditekan sampai terbelah dan nilai pembacaannya dicatat sebagai P max (KN).

## HASIL YANG DICAPAI

Hasil penelitian yang dicapai sampai saat ini adalah pengujian XRF atau uji komposisi kimia limbah *Sand Blasting* ex PT. INKA Madiun yang dilaksanakan di Lab. Kimia Terpadu Universitas Sebelas Maret Surakarta. Hasil yang kedua adalah pengujian kadar Slit dan Clay *Sand Blasting*.

### Uji Kimia (XRF) *Sand Blasting*

Hasil penelitian yang telah capai pada saat ini adalah data hasil uji kimia (XRF) *sand blasting* ex PT. INKA Madiun diperoleh data seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Analisis Kuantitatif XRF *Sand Blasting* ex PT. INKA Madiun

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
SiO <sub>2</sub>	14	83,98 %	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
CaO	20	3,58 %	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13	2,72 %	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	2,17 %	Fit spectrum	P KA1/EQ20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26	1,90 %	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
SO <sub>3</sub>	16	1,67 %	Fit spectrum	S KA1/EQ20

Cl	17	1,29 %	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
TiO <sub>2</sub>	22	1,20 %	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
K <sub>2</sub> O	19	1,07 %	Fit spectrum	K KA1/EQ20
CeO <sub>2</sub>	58	0,18 %	Fit spectrum	Ce KA1/EQ20
ZnO	30	0,07 %	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
SnO <sub>2</sub>	50	0,04 %	Fit spectrum	Sn KA1/EQ20
MnO	25	0,03 %	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
ZrO <sub>2</sub>	40	0,02 %	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
PbO	82	0,02 %	Fit spectrum	Pb KA1/EQ20
CuO	29	0,01 %	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
SrO	38	0,01 %	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20

Sumber: Hasil penelitian dari hasil uji XRF di Lab. Kimia Terpadu Universitas Sebelas Maret Surakarta Tahun 2016

Dari data hasil uji XRF *sand blasting* diketahui bahwa *sand blasting* pada awalnya adalah berupa pasir kuarsa dengan ukuran seragam, hal ini diketahui dari sifat komposisi kimia penyusunnya yang hampir sama dengan komposisi kimia penyusun pasir kuarsa pada umumnya. Sehingga *sand blasting* ini dapat digunakan sebagai agregat halus dalam pembuatan beton.

### Pengujian Berat Isi Pasir, *Sand Blasting* dan Batu Pecah

Pada pengujian berat isi atau volume agregat halus dan agregat kasar yaitu pasir, *sand blasting* dan batu pecah digunakan untuk mengetahui berat isi dari masing-masing agregat. Setelah berat isi ketiga agregat diketahui, maka berat isi ini selanjutnya digunakan untuk pembuatan mix design atau untuk menentukan formula campuran agregat dalam pembuatan silinder beton  $f_c'$  20 MPa.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Isi

No	Keterangan	Pasir Ngraho		Sand Blasting		Batu Pecah	
		1	2	1	2	1	2
1	Berat Wadah (gr)	90	90	40	40	180	180
2	Berat Wadah + Agregat (gr)	1825	1841	414	416	5502	5483
3	Volume Wadah (cm <sup>3</sup> )	1231	1231	232	232	3857	3857
4	Berat Agregat (gr)	1735	1751	374	376	5322	5303
5	Berat Isi Agregat (gr/cm <sup>3</sup> )	1,410	1,423	1,611	1,620	1,380	1,375
6	<b>Berat Isi rata-rata Agregat (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1,416		1,615		1,377	

(Sumber : Pemeriksaan Laboratorium T Sipil Unmer Madiun 2016)

### Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari kedua agregat halus yang digunakan. Adapun hasil pengujian adalah sebagai berikut:



## Pengujian Kadar Slit dan Clay Agregat Halus

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kadar Slit dan Clay dari agregat halus yang digunakan. Adapun hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil Pengujian Kadar Slit dan Clay

Pengujian Kadar Slit dan Clay Agregat Halus			
Nama Agregat Halus		Pasir Ngraho	Sand Blasting
A	Berat Wadah (gr)	90 gram	90 gram
B	Berat Wadah + Agregat halus (gr)	785 gram	925 gram
C	Berat Wadah + Agregat halus bersih (gr)	762gram	894 gram
D	Berat lumpur (B-C)	23 gram	31 gram
E	Kadar lumpur $W=(D/(C-A)) \times 100\%$	3,42	3,86
Kadar Air = $(B-A)-(C-A)/(B-A) \times 100\%$		3,42 %	3,86 %

(Sumber : Penelitian Laboratorium T Sipil Unmer Madiun 2016)

Dari hasil Pemeriksaan di diperoleh kadar clay Pasir Ngraho sebesar 3,42 %. Sedangkan kadar clay Sand Blasting sebesar 3,86 %. Sehingga pasir Ngraho dan sand blasting dapat digunakan sebagai agregat halus dalam pembuatan beton tanpa harus dicuci terlebih dahulu. Karena menurut syarat-syarat pengawasan mutu pada Departemen Pekerjaan Umum 1982, maka agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, jika melebihi dari 5% pasir harus dicuci.

### a. Analisa Saringan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gradasi agregat dari pasir yang digunakan. Pasir yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir yang berasal dari daerah Ngraho. Menurut Departemen Pekerjaan Umum, 1982, menyatakan bahwa Analisa saringan digunakan untuk mengetahui apakah letak ukuran butiran agregat halus (pasir Ngraho) sesuai yang disyaratkan (Ukuran butir terletak antara 0,075 mm sampai 5 mm, dan kadar bagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5 % . Adapun hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Analisa Saringan Pasir Ngraho

No Saringan	Ukuran Saringan (gram)	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan dan Pasir (gram)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)
				(gram)	(%)		
3/8	9,5	549	549,0	0	0,0	0,0	100
4	4,750	438	486,0	48	2,40	2,40	97,6
8	2,360	429	657,0	228	11,40	13,80	86,2
16	1,180	420,5	738,5	318	15,90	29,70	70,3
30	0,600	409	1039,0	630	31,50	61,20	38,8
50	0,300	397,5	864,5	467	23,35	84,55	15,5
100	0,150	384,5	671,5	287	14,35	98,90	1,1
Pan	0,000	308,5	330,5	22	1,10	100	0
Jumlah				2000	100	290,6	

(Sumber : Penelitian Laboratorium T Sipil Unmer Madiun 2016)

Berdasarkan tabel diatas, nilai modulus halus butir pasir sebagai berikut :

$$FM = \frac{290,6}{100} = 2,906 = 2,91$$

Pada umumnya untuk pasir dapat dikelompokkan dalam 3 macam tingkat kehalusan, yaitu :

- Pasir halus, jika  $FM = 2,20 - 2,60$ .
- Pasir sedang, jika  $FM = 2,60 - 2,90$ .
- Pasir kasar, jika  $FM = 2,90 - 3,20$ .

(Sumber : Donnybangkitariwibowo.blogspot.com)

sehingga benda uji pasir diatas termasuk dalam kelompok **pasir kasar**.

Selanjutnya dilakukan analisa saringan untuk *Sand Blasting* untuk mengetahui nilai modulus kehalusannya.

Tabel 6 Hasil Analisa Saringan *Sand Blasting*

No Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan dan Pasir (gram)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)
				(gram)	(%)		
3/8	9,5	549	549,0	0	0	0	100
4	4,750	438	438,0	0	0	0	100
8	2,360	429	587,0	158	7,90	7,90	92,10
16	1,180	420,5	870,5	450	22,50	30,40	69,60
30	0,600	409	939,0	530	26,50	56,90	43,10
50	0,300	397,5	982,5	585	29,25	86,15	13,90
100	0,150	384,5	649,5	265	13,25	99,40	0,60
Pan	0,000	308,5	320,5	12	0,60	100	0
Jumlah				2000	100	280,80	

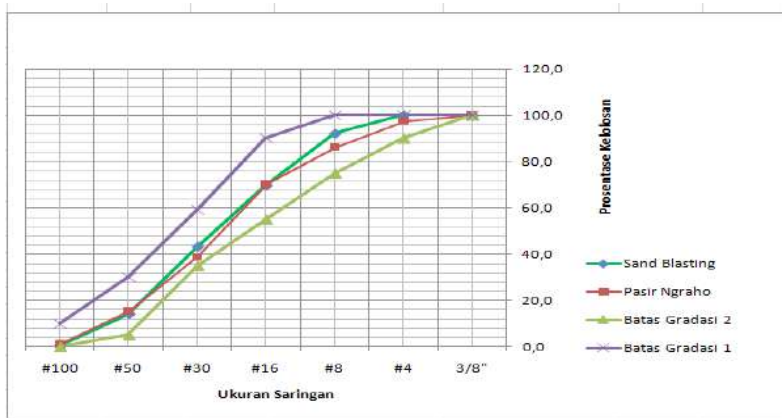
(Sumber : Penelitian Laboratorium T Sipil Unmer Madiun 2016)

Berdasarkan tabel diatas, nilai modulus halus butir pasir sebagai berikut :

$$FM = \frac{280,80}{100} = 2,808 = 2,81$$

Dari hasil pemeriksaan gradasi saringan didapatkan bahwa limbah *sand blasting* memiliki modulus kehalusan 2,81, sehingga pasir limbah *sand blasting* termasuk dalam kelompok **pasir sedang**.

Selanjutnya data hasil analisa saringan diatas dibuat grafik hubungan antara ukuran saringan dengan prosentase kelolosan butir agregat halus. Data-data yang digrafikan adalah batas gradasi 1, batas gradasi 2, sand blasting dan pasir Ngraho.



(Sumber : Hasil Penelitian 2016)

Gambar 1. Grafik hubungan antara ukuran saringan dengan prosentase kelulusan butir agregat halus.

Dari hasil gambar grafik 1, diperoleh hasil bahwa gradasi pasir Ngraho dan Sand Blasting masuk dalam gradasi 2.

### Pengujian *specific gravity* dan penyerapan agregat halus

Pengujian dilakukan untuk mengetahui penyerapan agregat halus dan *Specific Gravity* dari pasir Ngraho dan Sand Blasting. Adapun hasil pengujian selengkapnya adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil Analisa Specific Gravity dan Penyerapan Air

Pengujian Specific Gravity dan Penyerapan Air Agregat Halus			
Percobaan		Pasir Ngraho	Sand Blasting
A	Berat picnometer	167,5 gr	167,5 gr
B	Berat contoh kondisi SSD (SSD)	500 gr	500 gr
C	Berat picnometer + air + contoh SSD (Bt)	945,5 gr	940,5 gr
D	Berat picnometer + air (B)	674 gr	674 gr
E	Berat contoh kering (Bk)	483 gr	468,2 gr
Berat Jenis Bulk ( $Bk / (B + 500 - Bt)$ )		2,114 gr/cm <sup>3</sup>	2,005 gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis SSD ( $500 / (B + 500 - Bt)$ )		2,188 gr/cm <sup>3</sup>	2,141 gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Semu ( $Bk / (B + Bk - Bt)$ )		2,284 gr/cm <sup>3</sup>	2,321 gr/cm <sup>3</sup>
Prosentase penyerapan air ( <i>absorpsi</i> ) = $(500 - Bk) / Bk \times 100\%$		3,52 %	6,79 %

(Sumber: Pemeriksaan Laboratorium T Sipil Unmer Madiun 2016)

Dari hasil pemeriksaan diketahui bahwa Pasir Ngraho memiliki prosentase penyerapan air sebesar 3,52 %. Sedangkan Sand Blasting memiliki prosentase penyerapan air sebesar 6,79 %.

## Hasil Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar (Batu pecah) yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah yang berasal dari lokal Madiun. Adapun hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Hasil Analisa Saringan Batu Pecah

No Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan		Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)
		(gram)	(%)		
1 1/2	36,1	0	0	0	100
1	25,4	85	3,5	3,5	96,5
3/4	19,1	803	33,4	37,0	63,0
1/5	12,7	675	28,1	65,1	34,9
3/8	9,52	787	32,8	97,8	2,2
4	4,750	37	1,5	99,4	0,6
8	2,360	0	0	99,4	0,6
16	1,180	0	0	99,4	0,6
30	0,600	0	0	99,4	0,6
50	0,300	0	0	99,4	0,6
100	0,150	0	0	99,4	0,6
Pan	0,000	15	0,6	100	0
Jumlah		2402,0	100	794,1	

(Sumber : Penelitian Laboratorium T Sipil Unmer Madiun 2016)

Berdasarkan tabel diatas, nilai modulus fraksi batu pecah adalah sebagai berikut :

$$FM = \frac{794,1}{100} = 7,941 = 7,94$$

## Perancangan Campuran Beton

Proses selanjutnya adalah melakukan perancangan beton (mix design) yaitu proses untuk menentukan perbandingan bahan yang digunakan dalam pembuatan beton sesuai dengan kuat tekan beton yang direncanakan. Adapun perancangan beton selengkapnya dapat dilihat pada tabel 9 berikut:

Tabel 9 Formulir rancangan beton

No	Uraian	Tabel/Grafik	Nilai
1	Kuat tekan karakteristik	ditentukan	225
2	Standar deviasi	diketahui	60
3	Margin	ditentukan	98,4
4	Kekuatan rata2 yg hendak dicapai	1+3	323,4
5	Jenis semen	ditentukan	S e m e n normal

6	Jenis agregat halus		ditentukan	batu pecah alami
	kasar		ditentukan	
7	Faktor air semen bebas			0.52(min)
8	Faktor air semen bebas maks		ditentukan	0,58
9	Slump		ditentukan	80
10	Ukuran agregat maksimum		ditentukan	40 mm
11	Kadar air bebas		ditentukan	215
12	Kadar semen		11 : 8	370,69
13	Kadar semen minimum		ditetapkan	275 kg/cm <sup>2</sup>
14	Kadar semen maksimum			
15	Faktor air semen disesuaikan			
16	Susunan besar butir agregat halus		Grafik	Zone 2
17	Persen bahan lebih besar 4,8 mm		ditentukan	40,00%
18	Berat jenis relatif agregat		avg BJ SSD	2,638
19	Berat jenis beton		Gambar	2366
20	Kadar agregat gabungan		19 - 12 - 11	1780,31
21	Kadar agregat halus			712,12
22	Kadar agregat kasar		20 - 21	1068,19
Banyaknya bahan	Semen (kg)	Air (kg)	Ag halus (kg)	Ag kasar (kg)
	370,69	215	712,12	1068,19
kadar air resapan			-0,04	0,08
			-0,26	0,81
Banyaknya bahan asli	Semen (kg)	Air (kg)	Ag halus (kg)	Ag kasar (kg)
	370,69	214,45	711,87	1069,00
Perb berat	<b>1,00</b>	<b>0,58</b>	<b>1,92</b>	<b>2,88</b>
Banyaknya bahan asli	Semen (m <sup>3</sup> )	Air (m <sup>3</sup> )	Ag halus (m <sup>3</sup> )	Ag kasar (m <sup>3</sup> )
	296,55	214,45	502,57	775,84
Perb vol	<b>1,00</b>	<b>0,72</b>	<b>1,69</b>	<b>2,62</b>

(Sumber : Penelitian Laboratorium T Sipil Unmer Madiun 2016)

Berdasarkan hasil pengujian material agregat halus yaitu pasir Ngraho dan agregat kasar yaitu batu pecah lokal Madiun di Laboratorium Teknik Sipil Unmer Madiun dan berdasarkan hasil perancangan beton, maka diperoleh hasil bahwa komposisi campuran material untuk pembuatan silinder beton  $f_c'$  20 atau setara dengan beton K 225 adalah:

- b. Dengan menggunakan perbandingan berat (satuan dalam kg) yaitu 1 PC : 1,92 PS : 2,88 BP : 0,58 Air

- c. Dengan menggunakan perbandingan volume (satuan dalam m<sup>3</sup>) yaitu 1 PC : 1,69 PS : 2,62 BP : 0,72 Air

### Perancangan Benda Uji Silinder Beton

Berdasarkan hasil perancangan beton (mix design beton), maka benda uji silinder beton akan dibuat berdasarkan perancangan beton menggunakan perbandingan berat (satuan dalam kg) yaitu 1 PC : 1,92 PS : 2,88 BP : 0,58 Air.

Satu silinder beton A (agregat halus sand blasting 0 %) dibutuhkan bahan sebanyak:

Silinder berdiameter 15cm, tinggi(T) 30cm, berjari-jari (R) =  $D/2 = 15/2 = 7,5\text{cm}$ .

Volume silinder ( $V_s$ ) =  $3,14 \times R^2 \times T = 5298,75\text{cm}^3 = 0,00529875\text{m}^3$

Semen =  $V_s \times 370,69 = 1,964 \text{ kg}$

Pasir =  $V_s \times 711,87 = 3,772 \text{ kg}$

Batu pecah =  $V_s \times 1069 = 5,664 \text{ kg}$

Air =  $V_s \times 214,45 = 1,136 \text{ kg}$

Sand blasting =  $V_s \times 0 = 0$

Berat total mortar = 12,537 kg

Selanjutnya kebutuhan bahan untuk silinder beton B, C, D, dan E dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 10 Kebutuhan bahan untuk pembuatan satu silinder beton

No	Nama benda uji	Prosentase Sand Blasting %	Air kg	Semen kg	Pasir kg	Sand blasting kg	Batu pecah kg	Berat total kg
1	A	0	1,136	1,964	3,772	0	5,664	12,536
2	B	25	1,154	1,964	2,828	1,075	5,664	12,685
3	C	50	1,173	1,964	1,885	2,150	5,664	12,836
4	D	75	1,191	1,964	0,943	3,226	5,664	12,988
5	E	100	1,209	1,964	0	4,301	5,664	13,138

(Sumber: Hasil Penelitian 2016)

Untuk kebutuhan air pada benda uji A sesuai dengan hasil mix design. Tetapi untuk kebutuhan air pada benda uji B, C, D dan E dipengaruhi atau menyesuaikan dari hasil perhitungan terhadap serapan sand blasting dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel diatas. Dalam pembuatan benda uji, komposisi bahan adalah sama seperti tabel dan diulangi sampai diperoleh benda uji sebanyak 30 buah. Dengan perincian 15 buah untuk uji kuat tekan dan 15 buah yang lain untuk uji kuat tarik belah.

### Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Silinder Beton

Pengujian silinder beton dilakukan pada umur 14 hari dan digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan silinder beton ketika berumur 28 hari. Adapun hasil dari pengujian dan perhitungan diperoleh nilai kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

Tabel 11 Hasil Uji Kuat Tekan Silinder Beton

Nama Benda (Silinder) uji	Prosentase Sand Blasting %	Dimensi		Beban Max Umur 14 hari (kN)	Kuat tekan rata2 14 hari (kg/ cm <sup>2</sup> )	Kuat tekan rata2 28 hari (kg/cm <sup>2</sup> )
		P (cm)	Æ (cm)			
A	0	30	15	300	204,64	232,55
B	25	30	15	350	238,75	271,30
C	50	30	15	360	245,57	279,05
D	75	30	15	260	177,35	201,54
E	100	30	15	190	129,61	147,28

(Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium T Sipil Unmer Madiun 2016)

**Keterangan:**

A : Sand Blasting (0 %), Pasir Ngraho (100 %)

B : Sand Blasting (25 %), Pasir Ngraho (75 %)

C : Sand Blasting (50 %), Pasir Ngraho (50 %)

D : Sand Blasting (75 %), Pasir Ngraho (25 %)

E : Sand Blasting (100 %), Pasir Ngraho (0 %)

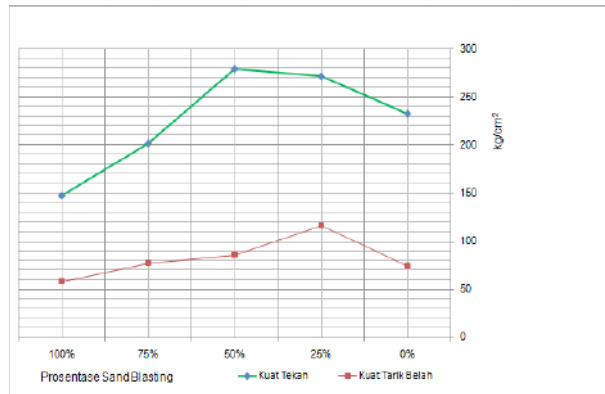
Sedangkan hasil pengujian kuat tarik belah dilakukan ketika silinder beton telah berusia 14 hari. Kemudian dari hasil ini dilakukan perhitungan konversi ke umur beton 28 hari dan diperoleh hasil nilai kuat tarik belah silinder beton sebagai berikut:

Tabel 12 Hasil Uji Kuat Tarik belah Silinder Beton

Nama Benda (Silinder) uji	Prosentase Sand Blasting %	Dimensi		Beban Max Umur 14 hari (kN)	Kuat tarik belah rata2 14 hari (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat tarik belah rata2 28 hari (kg/cm <sup>2</sup> )
		P (cm)	Æ (cm)			
A	0	30	15	190	64.80	73.64
B	25	30	15	300	102.32	116.27
C	50	30	15	220	75.03	85.27
D	75	30	15	200	68.21	77.52
E	100	30	15	150	51.16	58.14

(Sumber: Pengujian Laboratorium T Sipil Unmer Madiun 2016)

Selanjutnya dari hasil pengujian dan perhitungan nilai kuat tekan dan nilai kuat tarik belah silinder beton digrafikkan dan diperoleh hasil seperti gambar grafik berikut:



(Sumber : Hasil Penelitian 2016)

Gambar 2. Grafik hubungan antara nilai kuat tekan silinder beton dan nilai kuat tarik belah silinder beton dengan prosentase sand blasting.

Dari hasil grafik hubungan antara nilai kuat tekan silinder beton dan nilai kuat tarik belah silinder beton dengan prosentase sand blasting, diketahui untuk grafik hubungan antara prosentase sand blasting dengan nilai kuat tekan silinder beton digambarkan dengan grafik warna hijau. Sedangkan grafik hubungan antara prosentase sand blasting dengan nilai kuat tarik belah silinder beton digambarkan dengan grafik warna merah. Selain itu secara menyeluruh nilai grafik kuat tekan mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai grafik kuat tarik belah silinder beton.

Pada hasil tabel dan grafik diketahui bahwa nilai kuat tekan terbesar silinder beton terjadi pada penggunaan agregat halus sand blasting 50% yaitu sebesar 279,05 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk nilai kuat tekan terkecil silinder beton terjadi pada penggunaan agregat halus sand blasting 100% yaitu sebesar 147,28 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan beton yang sama dengan nilai kuat tekan beton acuan (beton dengan agregat halus pasir 100%) dicapai pada beton dengan agregat halus sand blasting ± 65%. Setelah penggunaan agregat halus sand blasting lebih besar dari 65%, maka nilai kuat tekan beton akan mengalami penurunan.

Untuk nilai kuat tarik belah terbesar silinder beton terjadi pada penggunaan agregat halus sand blasting 25% yaitu sebesar 116,27 kg/cm<sup>2</sup>. Dan nilai kuat tarik belah terkecil silinder beton terjadi pada penggunaan agregat halus sand blasting 100% yaitu sebesar 58,14 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tarik belah silinder beton yang sama dengan nilai kuat tarik belah silinder beton acuan (beton dengan agregat halus pasir 100%) dicapai pada beton dengan agregat halus sand blasting ± 81,5%.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil analisa data dan pembahasan pada penelitian tahun pertama adalah:

1. Pengujian XRF (uji kimia) sand blasting ex PT. INKA di Lab. Kimia Terpadu Universitas Sebelas Maret Surakarta dapat diketahui bahwa kandungan senyawa kimia berturut-turut dari yang terbesar sampai yang terkecil (diatas 1,5 %) adalah SiO<sub>2</sub> (83,98 %), CaO (3,58 %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2,72 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (2,17 %), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,90 %), dan SO<sub>3</sub> (1,67 %).
2. Dari hasil uji tekan beton diketahui bahwa nilai kuat tekan terbesar silinder beton terjadi



pada penggunaan agregat halus sand blasting 50% yaitu sebesar 279,05 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk nilai kuat tekan terkecil silinder beton terjadi pada penggunaan agregat halus sand blasting 100% yaitu sebesar 147,28 kg/cm<sup>2</sup>.

3. Untuk nilai kuat tarik belah terbesar silinder beton terjadi pada penggunaan agregat halus sand blasting 25% yaitu sebesar 116,27 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai kuat tarik belah terkecil silinder beton terjadi pada penggunaan agregat halus sand blasting 100% yaitu sebesar 58,14 kg/cm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, (1971), *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 NI-2* (PBI, 1971), Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, (1982), *Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI, 1982)*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum: SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Nugraha P, Antoni (2007), *Teknologi Beton dari Material Pembuatan ke Beton Kinerja Tinggi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, Indonesia.
- Suhala, S. Dan M. Arifin, 1997, *Bahan Galian Industri, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral*, Bandung.

# SOSIALISASI PEMANFAATAN E-COMMERCE UNTUK USAHA KECIL MENENGAH DI DESA DOHO DOLOPO MADIUN

Pradityo Utomo<sup>1)</sup>

1) Dosen Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
email : pradityou@gmail.com

## Abstract

The industry in Indonesia rapidly, good industry a large scale or small and medium enterprises. In general in areas rural has grown many small and medium enterprises. Small and medium enterprises can reduce the number of unemployment in Indonesia. One of the areas there are several species of small and medium enterprises is that there in the Doho village, Dolopo, Madiun. Besides reduce the number of unemployment, small and medium enterprises can develop creativity the community. But the public sometimes just do marketing only in the vicinity of small and medium enterprises. And there are numerous species of marketing that produce can be promoted in various districts in Indonesia, even warmly the state. One of the models in marketing that produce can be promoted more is broadly with e-commerce. E-commerce technology is one of the marketing methods with take information technology, where produce will be marketed online using the internet. Socialize with e-commerce on the owners of small and medium enterprises, it is hoped the owners of small and medium enterprises be able to use e-commerce to develop a model marketing in small and middle especially in Doho village, Dolopo, Madiun. The small and medium enterprises owners can do promotion and buying and selling of the product online. So that small and medium enterprises can get more profits by making use of e-commerce in the marketing of which includes promotion and buying and selling of the product.

**Keywords:** *Small and Medium Enterprises, Information Technology, Marketing, E-Commerce, Profit.*

## PENDAHULUAN

Indonesia menduduki peringkat ke empat sebagai negara yang penduduk terpadat di dunia. Pada tahun 2015, Badan Pusat Statistik telah mencatat jumlah penduduk di Indonesia sebesar 254,9 juta jiwa [1]. Jumlah penduduk yang padat membuat banyak pengangguran di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik, jumlah pengangguran di Indonesia sebanyak 7,56 juta orang pada tahun 2015 [2]. Terjadi kenaikan jumlah pengangguran dari tahun sebelumnya. Untuk

itu, pemerintah diharapkan segera menemukan solusi untuk mengatasi jumlah pengangguran di Indonesia supaya tidak semakin bertambah.

Pada tahun 2016 pertumbuhan industri di Indonesia mencapai 5,7 % [3]. Dimana pertumbuhan industri meliputi industri besar dan industri rumahan yang biasa disebut Usaha Kecil Menengah (UKM). Menurut Staf Ahli Menteri KUKM, pada tahun 2014 jumlah Usaha Kecil Menengah sebanyak 57,9 juta. Bentuk usaha terbesar di ASEAN adalah Usaha Kecil Menengah yaitu sekitar 88,8-99,99%. Dengan adanya Usaha Kecil Menengah mampu menyerap pekerja sebanyak 51,7-97,2% [4]. Dari hasil tersebut diharapkan jumlah pengangguran dapat berkurang, karena dapat mendapatkan lapangan pekerjaan walaupun di usaha kecil atau menengah.

Proses pemasaran dari hasil Usaha Kecil Menengah (UKM) juga masih sederhana. Pada umumnya cara yang digunakan untuk memasarkan hasil produksi dengan membuka toko kecil di rumah. Sehingga yang mengetahui adanya toko Usaha Kecil Menengah hanya masyarakat sekitar. Padahal jika dilakukan pemasaran sampai luar kota bahkan manca negara, para pemilik UKM dapat menghasilkan keuntungan yang lebih dibandingkan dengan hanya membuka toko di rumah atau dipasarkan di wilayah sekitar tempat UKM. Sebesar apa pun jenis industri, jika model pemasarannya hanya sekedar dipasarkan di sekitar tempat usaha, akan menghasilkan keuntungan yang minimalis. Berbeda jika jenis industri sekecil apa pun yang dapat memasarkan sampai luar kota bahkan manca negara, akan dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal juga.

Salah satu terobosan yang mungkin dapat digunakan pemilik Usaha Kecil Menengah adalah secara komputerisasi. Seiring perkembangan teknologi informasi, banyak permasalahan yang dapat ditangani secara komputerisasi. Keberadaan internet sudah meluas hingga pelosok daerah. Dengan memanfaatkan internet, dapat membantu pemilik Usaha Kecil Menengah dalam memasarkan ke luar kota / kota-kota besar bahkan ke manca negara. Selain pemilik Usaha Kecil Menengah dapat memasarkan menggunakan internet, pemilik Usaha Kecil Menengah dapat melakukan jual beli menggunakan internet. Proses pemasaran dan jual beli dengan menggunakan internet (*online*) disebut dengan *e-commerce*.

Desa Doho, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun terdapat beberapa warga yang memiliki Usaha Kecil Menengah. Beberapa di antaranya masih melakukan pemasaran dengan cara yang sederhana yaitu dengan membuka toko di tempat. Dengan memanfaatkan teknologi informasi khususnya *e-commerce* dimungkinkan dapat membantu pemilik UKM di desa Doho dalam mempromosikan dan melakukan jual beli hasil produksi melalui internet. Tetapi kenyataannya pengetahuan masyarakat desa tentang *e-commerce* masih kurang. Melalui Sosialisasi Pemanfaatan *E-Commerce* untuk Usaha Kecil Menengah di desa Doho, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun, Jawa Timur yang diselenggarakan oleh mahasiswa KKN Universitas Merdeka Madiun dapat menambah pengetahuan bagi pemilik Usaha Kecil Menengah tentang pemanfaatan teknologi informasi khususnya *e-commerce*. Sehingga masyarakat desa Doho, kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun khususnya pemilik Usaha Kecil Menengah dapat menambah pengetahuan tentang *e-commerce*, dan dapat memahami diperlukannya *e-commerce* untuk meningkatkan promosi hasil produksi, serta pemilik Usaha Kecil Menengah dapat memanfaatkan *e-commerce* dalam meningkatkan keuntungan.

## TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan Usaha Kecil Menengah di Indonesia sudah sampai ke pelosok-pelosok wilayah Indonesia. Adapun pengertian Usaha Kecil Menengah menurut berdasarkan Keputusan RI no.99 tahun 1998 adalah suatu kegiatan ekonomi yang dilakukan oleh masyarakat dengan skala kecil yang mayoritas adalah suatu kegiatan usaha kecil yang harus dilindungi agar terhindar dari persaingan yang tidak sehat. Berdasarkan jumlah pekerja, Asian Development Bank (ABD) memberikan ketentuan sebagai berikut [5] :

1. Untuk Usaha Kecil jumlah pekerja berkisar antara 5 sampai 19 orang
2. Untuk Usaha Menengah jumlah pekerja berkisar antara 20 sampai 99 orang.

Untuk mendirikan Usaha Kecil Menengah juga harus memenuhi beberapa kriteria. Menurut Undang Undang No.9 tahun 1995, Usaha Kecil harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Harus memiliki modal maksimal sebesar Rp. 200.000,-
2. Harus memiliki hasil dari penjualan setiap tahunnya maksimal sebesar Rp. 1.000.000.000,-
3. Harus Warga Negara Indonesia
4. Harus mandiri, yang berarti bukan anak perusahaan dari usaha besar.
5. Harus usaha milik perseorangan.

Dengan mengacu kriteria-kriteria tersebut, maka perseorangan dapat membuat sebuah Usaha Kecil. Karena usaha yang dibuat merupakan skala kecil, pada umumnya pemilik usaha hanya mempromosikan pada daerah sekitar saja, padahal hasil produksi tersebut dimungkinkan mampu bersaing dengan hasil produksi Usaha Besar. Untuk itu diperlukan sebuah metode untuk memasarkan hasil produksi baik di daerah sekitar, kota besar, bahkan manca negara. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk memasarkan ke wilayah yang lebih luas adalah dengan *e-commerce*.

*E-commerce* adalah model promosi dan jual beli dengan menggunakan internet, atau dengan kata lain melalui *online*. Menurut WTO (salah satu komisi PBB), pengertian *e-commerce* adalah proses-proses mulai dari proses produksi, pendistribusian, pemasaran, jual-beli, serta pengiriman barang dan jasa melalui online. Berikut adalah karakteristik *e-commerce* yang terdapat pada Naskah Akademik Rancangan Peraturan Pemerintah (RPP) Tentang Perdagangan Elektronik (*E-Commerce*) [6]:

1. Transparan dan simultan
2. Interaktif
3. Cepat
4. Terjadinya transaksi antara dua pihak
5. Terdapat pertukaran baik barang, jasa, atau informasi
6. Mekanisme utama untuk perdagangan adalah melalui internet
7. Tidak ada batas transaksi
8. Transaksi yang anonim
9. Jenis produk bisa produk digital atau non digital

Dengan memanfaatkan *e-commerce* dalam perdagangan dapat memberikan beberapa keuntungan baik dari pihak pengusaha atau konsumen. Keuntungan bagi pengusaha antara lain adalah dapat memperluas pemasaran hingga ke tingkat internasional walaupun hanya dengan modal yang kecil. Dari segi efisiensi, dengan memanfaatkan *e-commerce* pengusaha dapat meningkatkan keproduktifitasan karyawan. Selain itu pengusaha dapat meminimalkan biaya untuk komunikasi dengan konsumen. Karena dengan memanfaatkan internet, biaya untuk berkomunikasi dengan konsumen lebih murah. Pengusaha tidak perlu bekerja keluar rumah untuk memasarkan produknya, tetapi hanya dengan bekerja di rumah melalui internet, pengusaha sudah dapat melakukan promosi ke kota-kota besar bahkan manca negara.

Keuntungan pemanfaatan *e-commerce* tidak hanya dirasakan oleh pengusaha, tetapi keuntungan juga dirasakan oleh konsumen. Keuntungan yang diperoleh konsumen antara lain konsumen dapat melakukan proses pembelian selama 24 jam. Konsumen juga dapat berbelanja di luar kota bahkan manca negara, walaupun sebenarnya jarak konsumen dengan pengusaha sangat jauh. Karena proses pembelian relatif cepat, sehingga membuat proses pengiriman barang juga relatif lebih cepat. Karena mudahnya pemanfaatan *e-commerce*, sehingga banyak usaha kecil perseorangan yang bermunculan di Indonesia. Pada tahun 2014, pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan Undang-Undang No.7 tahun 2014 tentang perdagangan elektronik untuk mengatur bisnis yang menggunakan metode *e-commerce*. Pada *e-commerce* terdapat perdagangan secara *online* (melalui internet) dalam bentuk *business to consumer (B2C)*, *business to business (B2B)*, dan *consumer to consumer (C2C)* [7]. B2B adalah proses jual beli antar perusahaan, sedangkan B2C adalah proses jual beli yang melibatkan perusahaan dengan perseorangan. Untuk C2C adalah proses jual beli yang dilakukan antar perorangan.

Beberapa pengabdian dan penelitian tentang pemanfaatan *e-commerce* antara lain dilakukan oleh Purnawan pada tahun 2016. Purnawan telah mengadakan pelatihan untuk mengimplementasikan *e-commerce* dalam menangkap peluang usaha bagi pemuda-pemuda di kelurahan Kuta. Pelatihan tersebut bekerjasama dengan Lembaga Pemberdayaan Masyarakat Kelurahan, diharapkan masyarakat Kelurahan Kuta mendapat pengetahuan dan ketrampilan dalam mengimplementasikan *e-commerce* dalam melakukan sebuah usaha [8].

Di Jakarta, Maryama telah menerapkan *e-commerce* dalam meningkatkan daya saing usaha. Karena dengan memanfaatkan *e-commerce* tidak membutuhkan modal yang banyak, tetapi dapat mempromosikan hingga manca negara. Cara mudah memanfaatkan *e-commerce* adalah berupa iklan *online*, email, *chatting*, dan lain sebagainya, sehingga pelaku usaha dapat meningkatkan keuntungan dari penjualan, menambah pelanggan, memperluas bisnis, dan memperluas promosi [9].

Pengabdian juga dilakukan oleh Nasrullah, dkk yang melakukan pendampingan tentang *e-commerce* dan pendidikan. Dimana pengabdian dilaksanakan di Cerme, Kecamatan Ngimbang, Lamongan. Dalam hal ini *e-commerce* mewakili bidang ekonomi yang dipengaruhi oleh tingkat pendidikan. Tujuan dari pengabdian tersebut adalah untuk memberikan pelatihan pada masyarakat supaya dapat melakukan bisnis atau usaha dengan memanfaatkan internet [10].

Selain pengabdian, terdapat juga penelitian yang berkaitan tentang *e-commerce*. Salah satu penelitian tentang *e-commerce* yang telah dilakukan oleh Sudrajat pada tahun 2010. Sudrajat telah menerapkan *e-commerce* dalam menunjang penjualan produk CV. Lugin Karya Bandung.

Dalam hal ini, telah dibangun sebuah website *e-commerce* yang digunakan untuk memberikan informasi pada pelanggan dan pengunjung website tentang produk-produk yang dijual CV. Lugina Karya Bandung. Selain itu, pelanggan juga dapat melakukan pemesanan dan belanja melalui website *e-commerce* CV. Lugina Karya Bandung. Dengan menggunakan website tersebut, CV. Lugina Karya Bandung dapat dengan mudah mempromosikan hasil produknya ke seluruh dunia. Selain itu, Pelanggan yang datang mengunjungi website atau berbelanja dapat dengan mudah hanya dengan mengakses website *e-commerce* melalui internet [11].

## **METODE PELAKSANAAN**

Desa Doho, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun, Jawa Timur merupakan tempat dan objek dalam pengabdian ini. Dalam pelaksanaan pengabdian ini, dibantu oleh mahasiswa tim KKN Universitas Merdeka Madiun yang kebetulan sedang melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Doho, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun. Dimana kegiatan pengabdian ini juga merupakan salah satu program kerja yang dimiliki mahasiswa tim KKN Desa Doho. Sehingga dalam pelaksanaan dapat berkerjasama untuk kelancaran kegiatan. Kegiatan yang dimaksud adalah sosialisasi pemanfaatan *e-commerce* untuk Usaha Kecil Menengah di desa Doho. Untuk pelaksanaan kegiatan bertempat di Balai Desa Doho, sedangkan untuk pelaksanaan pada Agustus 2016. Metode yang digunakan digunakan pada pengabdian ini adalah presentasi dan diskusi secara langsung kepada peserta yang hadir. Adapun alat pendukung kegiatan adalah lcd proyektor yang digunakan untuk memaparkan materi kepada peserta sosialisasi. Setelah pembicara selesai presentasi, peserta diajak berdiskusi dengan diberi kesempatan untuk bertanya jika ada pertanyaan yang ingin disampaikan terkait materi sosialisasi.

Pada pengabdian ini berfokus pada penerapan teknologi informasi pada bidang ekonomi. Adapun sasaran untuk peserta pengabdian ini adalah para pemilik usaha di Desa Doho, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun, Jawa Timur, khususnya para pemilik Usaha Kecil Menengah. Antusias peserta kegiatan cukup baik, karena pelaksanaan kegiatan ini juga dibantu oleh Kepala Desa Doho berikut dengan Staf jajarannya. Dengan diadakan kegiatan pengabdian ini, diharapkan dapat membantu para pemilik Usaha Kecil dan Menengah dalam mengembangkan usahanya.

Kegiatan Pengabdian di Desa Doho, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun, Jawa Timur dilandaskan pada pengembangan bidang ekonomi yang berbasis internet. Pada umumnya warga desa masih belum mengenal internet, terutama warga yang berusia lanjut. Tetapi seiring berkembangnya teknologi, segala usia sedikit banyak sudah mengenal internet walaupun terkadang hanya digunakan untuk berkomunikasi dengan keluarga atau teman. Secara umum, masyarakat luas hanya menggunakan internet untuk *chatting* menggunakan aplikasi-aplikasi media sosial. Padahal fungsi internet jika dipahami dengan baik akan memiliki banyak manfaat, salah satunya untuk mengembangkan usaha baik perseorangan, usaha kecil, menengah, atau usaha dalam skala besar. Sehingga dibutuhkan pemahaman khusus kepada masyarakat Desa Doho khususnya para pemilik Usaha Kecil dan Menengah dalam memanfaatkan internet untuk menunjang usahanya.

Setiap usaha kecil, menengah, atau besar pasti akan melakukan promosi, kegiatan berjualan, dan menerima pesanan. Kegiatan berjualan tersebut pada umumnya dilakukan di pasar atau

membuka toko di rumah. Tetapi dengan berkembangnya teknologi informasi, pasar dan toko dapat dikemas dalam bentuk elektronik menggunakan internet. Kegiatan jual beli melalui internet disebut dengan *e-commerce*. Sehingga dalam kegiatan pengabdian ini akan diadakan kegiatan pengabdian yang berupa sosialisasi pemanfaatan *e-commerce* untuk Usaha Kecil Menengah, diharapkan warga Desa Doho khususnya para pemilik Usaha Kecil Menengah dapat mengetahui dan memahami tentang *e-commerce* dalam menunjang usahanya. Karena dengan memanfaatkan *e-commerce*, para pemilik usaha dapat memperluas promosi produk hasil produksi dari usahanya. Selain itu pelanggan yang datang juga tidak dari daerah sekitar usaha saja. Tetapi pelanggan juga datang dari luar kota, kota besar, bahkan manca negara.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Usaha Kecil Menengah di Desa Doho, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun sedang mengalami perkembangan. Dengan bermunculan Usaha Kecil Menengah di Desa Doho, dapat membantu pemerintah dalam mengurangi pengangguran, khususnya di desa Doho. Berikut adalah industri-industri yang ada di Desa Doho :

### **1. Industri Mebel**

Industri Mebel Bapak Slamet berdiri pada tahun 1990. Jumlah tenaga kerja Meber Bapak Slamet sebanyak 3 orang. Adapun produk yang dihasilkan adalah almari yang berbahan dasar kayu jati. Harga yang diberikan untuk satu lemari berkisar Rp. 3.000.000,- sampai Rp. 3.500.000,-.

### **2.. Industri Pembuatan Tempe**

Salah satu industri kecil di desa Doho adalah industri pembuatan tempe milik Bapak Nur Hasyim. Untuk wilayah pemasaran biasanya di daerah sekitar Dolopo sampai Ponorogo. Harga yang diberikan cukup bervariasi, berkisar Rp. 750,- , Rp. 1.500,- , dan Rp.3.000,-.

### **3. Industri Pembuatan Kerupuk Bawang**

Usaha kecil yang dimiliki Ibu Yanah adalah pembuatan kerupuk bawang. Untuk wilayah pemasarannya hanya di warga sekitar dan berkerjasama dengan sales, yang kemudian dipasarkan di Madiun, Magetan, Kediri, dan Wonogiri. Harga yang diberikan berkisar Rp. 10.000,- /kg. Sedangkan untuk harga yang dipasarkan sales berkisar Rp.50.000,- yang berisi 5kg kerupuk. Berikut adalah proses dari pemotongan adonan kerupuk dan proses sebelum penjemuran kerupuk dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



*Gambar 1. Pemotongan Adonan Kerupuk Bawang*



*Gambar 2. Proses Sebelum Penjemuran Kerupuk Bawang*

Pada Gambar 1 telah ditunjukkan proses pemotongan adonan kerupuk sudah cukup maju dengan menggunakan alat. Sedangkan untuk Gambar 2 adalah proses pengeringan kerupuk masih menggunakan cara tradisional yaitu dengan ditata di tempat penjemuran adonan kerupuk yang sudah dipotong.

#### **4. Industri Kerajinan Bros**

Di desa Doho terdapat juga Industri Kerajinan yang dimiliki Ibu Erfina Dian Arisanti. Jenis usaha ini mampu membuka peluang kerja dan kreatifitas khususnya ibu-ibu di desa Doho. Berawal dari hobi Ibu Erfina, hingga sekarang dapat membuka lapangan pekerjaan. Untuk produk yang dijual adalah souvenir-souvenir seperti bros. Harganya juga bervariasi mulai dari



Rp. 2.000,- sampai Rp. 400.000,-. Berikut adalah Toko Industri Kerajinan Bros Vina dapat dilihat pada Gambar 3.



*Gambar 3. Toko Industri Kerajinan Bros Vina*

## 5. Industri Bahan Jamu

Indurtri Bahan Jamu di desa Doho milik CV. Cowell Abadi sudah cukup besar. Pemilik usaha sudah berhasil membangun kerja sama dengan PT. Ultra Prima Abadi Surabaya, PT. Sidomuncul Tbk, dan pasar-pasar tradisional di daerah Jakarta. CV. Cowell Abadi hanya menyediakan bahan-bahan dari jamu yang dijual berkisar Rp. 3.000,- sampai Rp. 5.000,-. adapun proses penjemuran bahan jamu dan produk yang dijual CV. Cowell Abadi dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



*Gambar 4. Proses Penjemuran Bahan Jamu*



*Gambar 5. Produk CV. Cowell Abadi*

Gambar 4 telah ditunjukkan proses penjemuran bahan jamu yang akan dikirim ke pelanggan. Setelah proses penjemura, bahan jamu siap dikemas dan dikirim ke perusahaan-perusahaan relasi untuk dijadikan jamu. Bahan jamu yang siap dikirim seperti yang terlihat di Gambar 5.

Berdasarkan jumlah Usaha Kecil Menengah yang ada di Desa Doho, Kecamatan Sawahan, Kabupaten Madiun, Jawa Timur, maka dibuat sebuah kegiatan pengabdian untuk masyarakat Desa Doho dengan tema “E-Commerce dan Strategi Pemasaran”. Kegiatan pengabdian telah dilaksanakan pada 22 Agustus 2016, di Balai Desa Doho, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun, Jawa Timur. Peserta yang hadir adalah para warga desa Doho, khususnya para pemilik Usaha Kecil Menengah di desa Doho. Acara dibuka oleh Bapak Slamet selaku Kepala Desa Doho pada pukul 19.30 WIB. Kegiatan sosialisasi menggunakan metode presentasi dan diskusi. Penyampaian materi dilakukan dua sesi. Presentasi pertama dari bidang ekonomi yang disampaikan oleh Dr. Rindyah Hanafi, SE. MM. Pembicara pertama adalah seorang dosen ekonomi di Universitas Merdeka Madiun. Adapun bahasan materi yang pertama adalah tentang strategi pemasaran. Kemudian dilanjutkan dengan presentasi kedua dari bidang teknologi informasi yang disampaikan oleh Pradityo Utomo, S.Kom, M.Cs. Pembicara kedua adalah seorang dosen Manajemen Informatika di Universitas Merdeka Madiun. Untuk bahasan materi yang kedua adalah tentang *e-commerce*. Selain memberikan penjelasan tentang *e-commerce*, pembicara kedua juga mengajarkan cara memasarkan dan berjualan di [bukalapak.com](http://bukalapak.com) dan [tokopedia.com](http://tokopedia.com). Pembahasan materi satu tentang strategi pemasaran dan dilanjutkan materi kedua tentang *e-commerce*, merupakan satu kesatuan materi yang menarik untuk memberi wawasan kepada para pemilik usaha di desa Doho.

Pada pukul 20.30 WIB para pembicara telah selesai memaparkan materi presentasi, dan dilanjutkan dengan diskusi. Walaupun kegiatan diadakan pada malam hari, tetapi antusias pemilik usaha untuk mengikuti acara sosialisasi pemanfaatan *e-commerce* untuk Usaha Kecil Menengah sangat baik. Ada beberapa pertanyaan yang muncul pada saat sesi diskusi. Salah satu pertanyaan yang muncul dari karyawan industri yang cukup besar. Karyawan tersebut memiliki

antusias mengikuti dan belajar tentang *e-commerce*. Pertanyaan karyawan tersebut adalah cara membuat sebuah website *e-commerce* untuk mempromosikan hasil produksi dari industri tempat karyawan tersebut bekerja. Kemudian pembicara kedua menyarankan kepada karyawan tersebut untuk belajar tentang Pemrograman Web. Salah satu cara untuk belajar Pemrograman Web adalah dengan mengikuti group di sosial media tentang Pemrograman Web, sehingga dapat belajar sekaligus sharing tentang cara pembuatan web. Adapun acara kegiatan pengabdian dan antusias peserta kegiatan dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

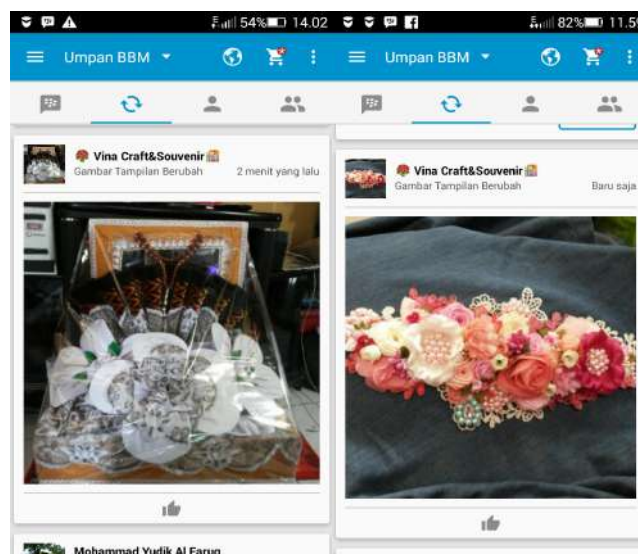


*Gambar 6. Acara Kegiatan Pengabdian Sosialisasi E-Commerce dan Strategi Pemasaran*



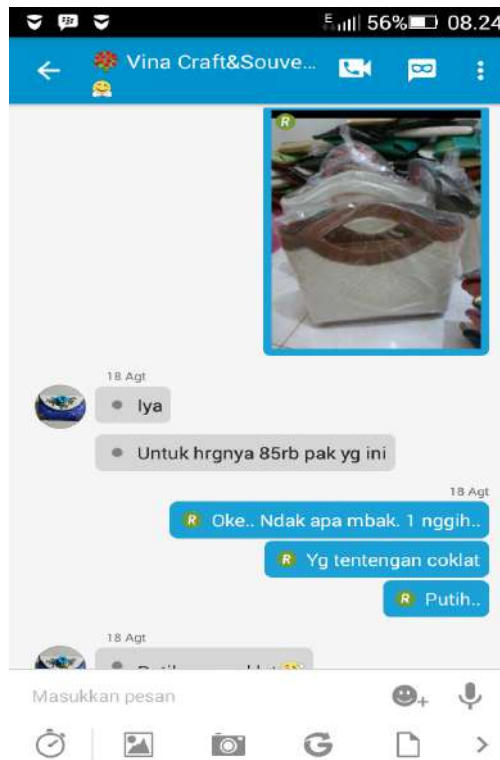
*Gambar 7. Antusias Peserta Kegiatan Pengabdian Sosialisasi E-Commerce dan Strategi Pemasaran*

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 telah disajikan acara kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan mensosialisasikan *e-commerce* dan strategi pemasaran. Dengan diadakannya kegiatan tersebut, diharapkan para pemilik usaha dapat berjualan melalui *online* dalam memasarkan dan berjualan serta melayani pembelian. Karena telah dibahas sebelumnya bahwa dengan memanfaatkan *e-commerce* untuk Usaha Kecil Menengah dapat memberikan banyak keuntungan. Salah satu UKM yang terdapat di Desa Doho yang telah menerapkan *e-commerce* adalah Industri Kerajinan yang dimiliki Ibu Erfina Dian Arisanti. Selain berjualan dengan membuka toko di rumah, Ibu Erfina telah memanfaatkan *e-commerce* dalam berjualan yaitu melalui sosial media khususnya BBM (*Black Berry Messanger*). Adapun cara mempromosikan produk melalui BBM dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Cara Promosi Produk Industri Kerajinan Bros dengan BBM

Pada Gambar 8 telah ditunjukkan cara mempromosikan produk hasil industri Kerajinan Bros melalui sosial media khususnya BBM. Dengan nama Vina Craft & Souvenir, Ibu Erfina dapat mempromosikan hasil produksi yang meliputi kerajinan bros, souvenir-souvenir, bahkan perlengkapan untuk pernikahan. Berikut adalah cara Ibu Erfina dalam melayani pelanggan yang akan membeli hasil produksi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Cara Melayani Pelanggan Industri Kerajinan Bros dengan BBM

Gambar 9 adalah salah satu cara melayani pelanggan melalui BBM. Adapun yang pertama dilakukan adalah memberikan katalog produk kepada pelanggan, beserta informasi lengkap mengenai produk. Kemudian pelanggan akan memberikan komentar, hingga berujung ke pembelian produk.

## KESIMPULAN

Desa Doho, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun, Jawa Timur adalah salah satu wilayah desa yang memiliki beberapa UKM (Usaha Kecil Menengah). Dengan diadakannya sosialisasi pemanfaatan *e-commerce* untuk UKM, diharapkan dapat mempermudah para pemilik UKM di desa Doho dalam memperoleh keuntungan. Karena dengan memanfaatkan *e-commerce*, para pemilik UKM dapat melakukan promosi dan jual beli ke seluruh wilayah Indonesia bahkan manca negara.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, C. 2015. Jumlah Penduduk Indonesia Sudah 254,9juta, Laki-laki Lebih Banyak Dari Perempuan. <http://www.hidayatullah.com/berita/nasional/read/2015/11/20/83632/jumlah-penduduk-dari-perempuan.html>. diakses 20 Juni 2016.
- [2] Mohammad, Y. 2015. Data BPS : Pengangguran di Indonesia 7,56 juta orang. <http://beritagar.id/artikel/berita/data-bps-pengangguran-di-indonesia-756-juta-orang>. Diakses 20 Desember 2016.

- [3] Menteri Perindustrian. 2015. Tahun 2016, Target Pertumbuhan Industri 5,7 Persen. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/13740/Tahun-2016,-Target-Pertumbuhan-Industri-5,7-Persen> (diakses 20 Juni 2016)
- [4] \_\_\_\_\_. 2016. Perkembangan Jumlah UMKM di Indonesia Tahun 2016. <http://www.lisubisnis.com/2016/02/perkembangan-jumlah-umkm-di-indonesia.html?m=1>. Diakses 20 Desember 2016.
- [5] Nugrahani, DS. 2013. E-Commerce Untuk Pemasaran Usaha Kecil dan Menengah. STIE Rajawali. Purworejo.
- [6] Direktorat Bina Usaha Perdagangan, Direktorat Jenderal Perdagangan Dalam Negeri, Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. 2011. *Naskah Akademik Rancangan Peraturan Pemerintah (RPP) Tentang Perdagangan Elektronik (E-Commerce)*. Laporan Akhir.
- [7] Ustadiyanto, R. *Framework E-Commerce*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [8] Purnawan, IKA. 2016. Pelatihan Implementasi E-Commerce Untuk Menangkap Peluang Usaha Bagi Generasi Muda Kelurahan Kuta. *Jurnal Udayana Mengabdi*. Volume 15 No.2.
- [9] Maryama, S. 2013. Penerapan E-Commerce Dalam Meningkatkan Daya Saing Usaha. *Jurnal Liquidity*. Volume 2. No.1.
- [10] Nasrullah, D., Hidayatullah, A., Unggul, S. 2016. Pendampingan E-Commerce dan Pendidikan di Cerme Kecamatan Ngimbang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. Vol.1 No.1.
- [11] Sudrajat, J. 2010. Penerapan E-Commerce Dalam Menunjang Penjualan Produk. Universitas Komputer Indonesia. Bandung.

# ANALISIS PENURUNAN SUBGRADE TANAH LUNAK DENGAN PREFABRICATED VERTIKALDRAIN (PVD) (STUDI KASUS RUAS JALAN AIR BARA-TOBOALI PROVINSI BANGKA BELITUNG )

Fendi Hary Yanto<sup>1)</sup>, Muhammad Iqbal<sup>2)</sup>

<sup>1</sup> Staff Pengajar Fakultas Teknik Sipil Universitas Merdeka Madiun,  
email: fendi.mektan@gmail.com

<sup>2</sup>Dinas PU Provinsi Kep. Bangka Belitung  
email: iqbal\_babel@yahoo.co.id

## Abstract

Problems are often found in construction was built on soft soil settlement problem. Giving the load on soft soil will causing drainage of water and air from soil pores, resulting in the shrinking of the soil volume, This is called the soil consolidation process. The process of consolidation of the soil takes a long time depending on the thickness of the soft soil. To speed up the consolidation process requires a treatment by installing Prefabricated Vertical Drainage (PVD). PVD is a drainage system that have a high permeability, which can speed up the consolidation process. The research analyze three sampel. This research used both secondary and primary data. The result is to obtain amount of settlement, consolidation degree and time of consolidation without Prefabricated Vertical Drain (PVD) and using Prefabricated Vertical Drain (PVD). From the analysis results obtained in order to achieve 90% consolidation process. The process acceleration of consolidation settlement is calculated using Prefabricated Vertical Drain (PVD) with triangle pattern in space 1.2 m, 1.4 m, 1.6 m and the length of flow is 10 m. Time of consolidation 90% using PVD, the most effective distance on space 1.2 m is 15, 15, 110 days in sequence.

**Keywords:** Soft soil, Settlement, Prefabricated Vertical Drainage (PVD).

## PENDAHULUAN

Tanah lunak mempunyai karakteristik yaitu kompresibilitas yang tinggi dengan kekuatan geser yang kecil. Oleh karena itu, penimbunan yang dilaksanakan diatas tanah lunak akan mengalami kegagalan geser dan penurunan yang berlebihan mengakibatkan penurunan seketika diikuti oleh proses konsolidasi. Proses konsolidasi tergantung pada waktu antara berminggu-minggu hingga bertahun-tahun, tergantung kepada tebal lapisan tanah lunaknya dan juga tergantung kepada kemampuan tanah lunak dalam medisipasi tekanan air pori selama pembebanan berlangsung. Faktor yang sangat penting terhadap proses penurunan konsolidasi adalah muka

air tanah, permeabilitas tanah, *drain* pada tanah dan beban yang diterima tanah. Kekuatan geser tanah akan meningkat sejalan dengan proses konsolidasi sedang berlangsung.

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung memiliki titik-titik artikulasi di simpul pelabuhan dan bandara, oleh karena itu jaringan jalan yang menuju simpul tersebut harus memiliki kapasitas dan kualitas struktur jalan yang memadai. Untuk mendukung titik artikulasi tersebut perlu kondisi jalan yang mantap. Jalan Air Bara-Toboali mengalami kerusakan jalan dan mengalami penurunan, maka segala keperluan dari kebutuhannya akan mengakibatkan terhambat. Akibat penurunan badan jalan arus lalu mengalami gangguan sehingga rawan kecelakaan bagi pengguna jalan. Ruas jalan Air Bara-Toboali adalah jalan yang berpotensi menuju ke kota Toboali dan akses ke pelabuhan Sadai. Mengingat adanya potensi di daerah toboali sehingga perlu dilakukan perbaikan badan jalan yang mengalami kerusakan akibat penurunan.

Berdasarkan hasil peninjauan lapangan Pusat Penelitian dan pengembangan (Puslitbang) Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum pada tanggal 14 September 2011, tanah di sekitar ruas jalan Air Bara - Toboali yang merupakan tanah rawa memiliki konsistensi tanah sangat lunak dan lunak dengan ketebalan tanah lunak berkisar  $\pm 10$  meter.

Pemilihan alternatif penanganan secara teknis agar lebih mempertimbangkan pada potensi besar dan waktu penurunan konsolidasi tanah lunak serta peningkatan stabilitas tanah dasar konstruksi badan jalan. Salah satu alternatif adalah penanganan konstruksi jalan diatas tanah lunak dengan teknik mempercepat konsolidasi yaitu menggunakan *Prefabricated Vertikal Drain*.

Penggunaan drainase vertikal misalnya drainase pasir vertikal atau PVD yang dikombinasikan dengan pra pembebanan memberikan manfaat yang sangat signifikan dalam meningkatkan konsolidasi deposit tanah lunak yang tebal dengan mempercepat proses konsolidasi dan telah digunakan secara ekstensif selama beberapa waktu (Deng, Y., B., (2012). Prefabricated vertical drains (PVD) mempunyai manfaat yang besar dalam meningkatkan deposit tanah lunak yang tebal dengan mempercepat proses konsolidasi telah digunakan di seluruh dunia untuk jalan raya, bandara dan sebagainya (Lo, dkk, 2008; Liu dan Chu, 2009; Saowapakpiboon, dkk. 2011.; Artidteang, dkk 2011.; Indraratna, dkk, 2011).

## TINJAUAN PUSTAKA

Tanah dasar (sub grade) dalam desain dan konstruksi lapisan perkerasan yang sangat penting karena harus menyediakan platform yang stabil untuk lapisan atas berikutnya. Selain itu, desain perkerasan sangat dipengaruhi oleh kualitas lapisan ini. (Moazami, D., 2013). Tanah dasar (subgrade) tanah pondasi yang secara langsung menerima beban lalu lintas dari suatu perkerasan disebut tanah dasar. Tanah dasar mengalami tegangan akibat beban kendaraan lebih rendah dibanding dengan lapis permukaan atau lapis pondasi (Hardiyatmo, 2007)

Konsolidasi primer biasanya memakan waktu yang sangat lama, bahkan bisa memakan waktu bertahun-tahun untuk jenis tanah lempung yang memiliki permeabilitas kecil. Oleh karena itu diperlukan solusi yang dapat mempercepat keluarnya air pori dari dalam tanah dengan menggunakan drainase vertikal (*vertical drain*).

*Prefabricated vertical drains*(PVD) adalah produk berbentuk pita (potongan melintang segiempat) yang terdiri atas material penyaring geotekstil yang membungkus inti plastik. Ukuran



*prefabricated vertical drains* (PVD) adalah 10 cm lebar dengan ketebalan antara 3-4 cm (Bo et al., 2003a). Material dibentuk dari inti plastik yang berguna untuk mengalirkan air yang terjebak pada saringan geotekstil (Schaefer, 1997).

Tujuan vertical drain adalah untuk meningkatkan kekuatan geser tanah, untuk mengurangi kompresibilitas tanah dan mengurangi permeabilitas tanah sebelum konstruksi dan penempatan beban konstruksi akhir dan mencegah pemukiman besar atau diferensial settlement dan kerusakan potensial pada struktur. Hal ini memperkenalkan metode instalasi saluran air dan kemungkinan pengaruh efisiensi pengaliran. Penggunaan PVD efektif mempercepat penurunan dan perbaikan tanah. (Stapelfeldt, T., 2014)

Analisa perbaikan *sub-grade runway* lapangan terbang dengan metode *vertical drain* (Studi kasus bandara Tempuling di Tembilahan, Provinsi Riau), dianalisis menggunakan pola segi tiga dengan jarak spasi 1,0 m dengan kedalaman analisis 16 m (Sandhyavitri, A, dkk (2008). Analisa perbaikan *sub-grade pada tanah lempung lunak* dengan metode *vertical drain* (Studi kasus tanah lempung Suwung-kangin), dianalisis menggunakan pola segi tiga dengan jarak spasi 1,0 m dengan kedalaman analisis 16 m (Hidayati, A,M., dkk (2008). Analisis dengan membandingkan pola segi tiga dan segi empat Analisa waktu penurunan tanah dengan kombinasi metode *Preloading* dan PVD Landasan Pacu Bandar Udara Juwata Tarakan, analisa menunjukkan pola segitiga lebih efektif dibanding segi empat (Juniarso, 2011). Analisa Penurunan tanah lunak dengan pola segi tiga akibat Timbunan Runway Bandara Medan Baru (Pasaribu, 2013).

Penelitian ini digunakan perhitungan pola segi tiga karena antar PVD lebih dekat dibanding pola segi empat. Hasil Penelitian Juniarso, menunjukkan adanya percepatan penurunan dengan membandingkan pola perhitungan segi tiga dengan pola segi empat, dengan hasil menunjukkan penurunan dengan pola segi tiga percepatan konsolidasi lebih cepat.

## **METODE PENELITIAN / METODE PELAKSAAAN (KEG PENGABDIAN PADA MASYRAKAT)**

Lokasi penelitian dilaksanakan pada ruas jalan Air Bara-Toboali yang terletak di Pulau Bangka Kabupaten Bangka Selatan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.



*Gambar 1. Lokasi Penelitian*

Penulisan ini dilakukan dengan metode studi kasus, dimana data-data yang diperoleh dari data sekunder dan primer. Data tersebut digunakan untuk analisa penunman dilakukan dengan metode analisa konsolidasi satu arah.

Perhitungan menggunakan Prefabricated vertical Drain (PVD) menggunakan pola segi tiga sama sisi dengan cara:

1. Menentukan diameter hidrolis keliling drainase vertikal
2. Menentukan koefisien horizontal dan koefisien vertikal untuk menentukan kecepatan pengaliran dalam tanah tersebut.
3. Menentukan derajat konsolidasi Prefabricated Vertikal Drain (PVD) dan menentukan faktor pengaruh dari derajat konsolidasi.
4. Menentukan waktu radial dan menentukan konsolidasi radial dengan memperhitungkan derajat smear zone.
5. Menghitung faktor hambatan yang disebabkan jarak antar PVD
6. Menghitung drainase ke arah vertikal dan radial sekaligus, maka derajat konsolidasi rata-rata gabungan dengan menganggap tidak ada pengaruh pengotoran atau gangguan tanah (smear).
7. Menghitung nilai derajat konsolidasi total.
8. Menghitung penurunan konsolidasi.

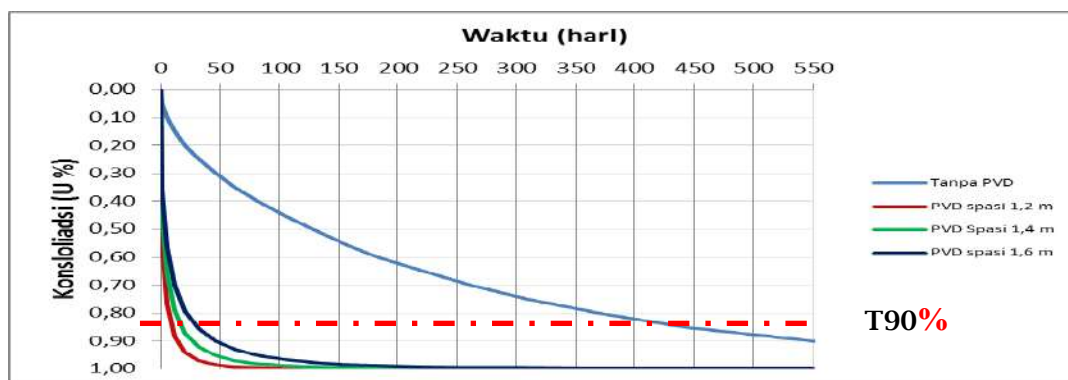
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu penurunan terjadi akibat penurunan konsolidasi sub grade tanah lunak berdasarkan hasil perhitungan tanpa PVD dengan menggunakan PVD. Berikut hasil perhitungan konsolidasi tanpa PVD dengan menggunakan PVD dengan jarak spasi berbeda ditunjukkan dalam Tabel1.

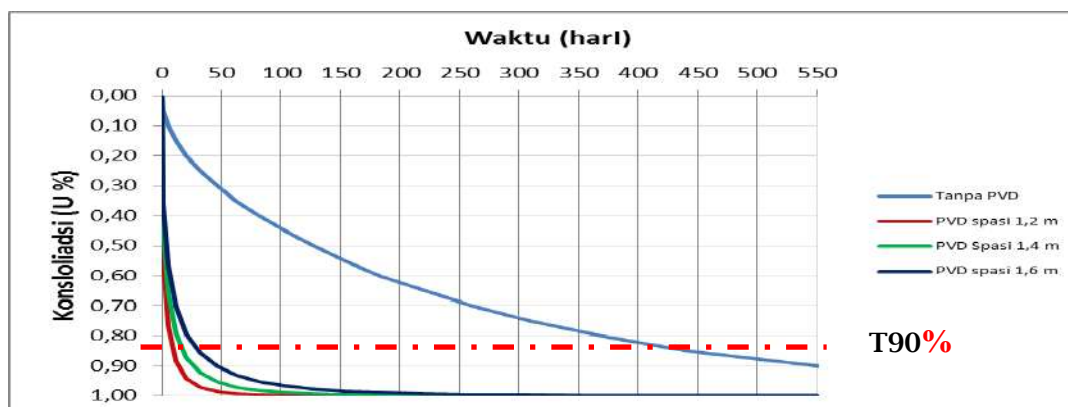
Tabel 1. Hasil Perhitungan Konsolidasi

N o . Sampel.	Cv (m <sup>2</sup> /tahun)	Tanpa PVD (hari)	Menggunakan PVD (hari)		
			1,2 m	1,4 m	1,6 m
1.	15,453	501	15	20	25
2.	14,053	549	15	20	25
3.	1,679	4600	110	155	205

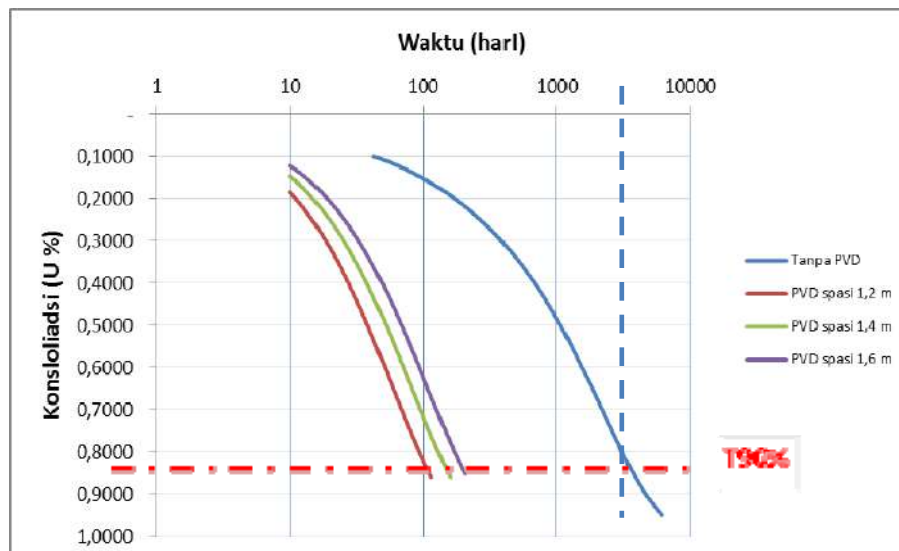
Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 2. Kurva derajat konsolidasi terhadap waktu sampel 1



Gambar 3. Kurva derajat konsolidasi terhadap waktu sampel 2



Gambar 4. Kurva derajat konsolidasi terhadap waktu Sampel 3

Dari gambar 2, 3, dan 4 Untuk mencapai derajat konsolidasi T90 jarak spasi antar PVD sangat mempengaruhi waktu penurunan konsolidasi. Kurva derajat konsolidasi terhadap waktu diatas di dapat besar penurunan konsolidasi dengan perhitungan menggunakan Prefabricated Vertikal Drain (PVD) mengalami penurunan yang lebih cepat dibanding dengan penurunan tanpa PVD. Untuk mencapai derajat konsolidasi T90 jarak spasi antar PVD sangat mempengaruhi waktu penurunan konsolidasi.

## KESIMPULAN

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jarak spasi antar PVD berpengaruh terhadap lamanya waktu untuk mencapai konsolidasi. Semakin kecil jarak spasi antar PVD maka semakin cepat tanah mengalami penurunan. Jarak antar masing-masing PVD dalam studi ini adalah 1,2 hingga 1,6 m. Sehingga dengan adanya vertical drain ini maka panjang lintasan drainase dalam proses konsolidasi yang tadinya lebih kurang 10 m dapat diperpendek menjadi 0,6 m – 0,8 m.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansal, A., dkk, 2010, *The cyclic behaviour of soils and effects of geotechnical factors in microzonation*, Original Research Article Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Volume 21, Issue 5, July 2010, Pages 445-452.
- Artidteang, S., dkk., 2011. *Enhancement of efficiency of prefabricated vertical drains using surcharge, vacuum and heat preloading*. Geosynthetics International 18(1), 35-47.
- Bowles, Joseph, E, 1991. *Analisis dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Deng Yue-Bao, Kang-He Xie, Meng-Meng Lu, 2012. *Consolidation by vertical drains when the discharge capacity varies with depth and time*, Institute of Geotechnical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China.

- Diogo Hugo dkk, 2010. *Thermo Vertical Drains for in-situ consolidation of soils* Instituto Superior Técnico (IST – Portugal) [Host school: École Polytechnique Fédéral de Lausanne (EPFL - Switzerland)]
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya- Perkerasan-Drainase-Longsoran* Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Hidayati, Aniss Maria dan Ardana Made Dodiek Wirya Made, 2008, *Kombinasi Preloading dan penggunaan Pre-Fabricated Vertical drains (PVD) untuk mempercepat konsolidasi tanah lempung lunak* (studi kasus tanah lempung lunak (Studi kasus Tanah Lempung Suwung-kangin) *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol. 12, No. 2, Juli 2008
- Indraratna, B. 2008. *Recent advancements in the use of prefabricated vertical drains in soft soils.* Faculty of Engineering, University of Wollongong, Wollongong, NSW, 2522, Australia.
- Indraratna, dkk., 2011. *Performance and prediction of vacuum combined surcharge consolidation at Portof Bris-bane.* *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 137 (11), 1009-1018.
- Juliet Rina, 2006, *Timbunan Badan Jalan diatas Tanah lunak daerah Aie Pacah Kota Padang.* Universitas Andalas Padang.
- Juniarso, 2011, *Analisa waktu penurunan tanah dengan kombinasi metode preloading dan Prefabricated Vertikal Drain (PVD) antara pola segitiga dan persegi pada perbaikan tanah.*
- Lestari, A, S., dkk 2013, *Studi parameter uji konsolidasi menggunakan sel rowe dan uji Konsolidasi konvensional tanah daerah Bandung* Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) Universitas Sebelas Maret (UNS) - Surakarta, 24-26 Oktober 2013.
- Liu, H.L., Chu, J., 2009. *A new type of prefabricated vertical rainwith improved properties.* *Geotextiles and Geomembranes* 27,152-155.
- Lo, S.R., dkk., 2008. *Long-term Performance of a wide embankment on soft clay improved with prefabricated vertical drains.* *Canadian Geotechnical Journal* 45,1073-1091.
- Moazami, D., dkk, 2013. *Department of Civil Engineering, University Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Darul Ehsan, Malaysia.* Accepted 15 August, 2013.
- Mohamed B.D. Elsayy, dkk, 2013, *Influence of aging on bearing capacity of circular footing resting on soft soil* HBRC Journal, Volume 9, Issue 3, December 2013, Pages 256-262
- Nawir Hasbullah, dkk 2013, *Prediksi Penurunan Tanah Menggunakan Prosedur Observasi Asaoka Studi Kasus: Timbunan di Bontang, Kalimantan Timur.*
- Pasaribu Tugu Hotlan dan Rudi Iskandar, 2013, *Analisa Penurunan pada tanah lunak akibat timbunan (Studi Kasus Runway Bandara Medan Baru).* Jurusan Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Sandhyavitri, A, 2008, dkk, *Analisa perbaikan sub-grade runway Lapangan Terbang dengan metode vertical drain* (studi kasus bandara tempuling di Tembilahan, Propinsi Riau) *Media komunikasi teknik sipil* tahun 16, No. 3 Oktober 2008
- Saowapakpiboon, J., dkk., 2011. *PVD improvement combined with surcharge and vacuum preloading including simulations.* *Geotextile sand Geomembranes* 29,74-82.

- Stapelfeldt, T. 2014 *Preloading and vertical drains* Helsinki University of Technology.
- Suaryana Nyoman, 2008 , *analisis penurunan timbunan badan jalan pada tanah lempung lunak* pusat litbang Jalan dan Jembatan Bandung.
- Wesley, L. D., 2010, *Mekanika Tanah, untuk Tanah Endapan dan Residu*, Andi Yogyakarta.
- Wesley, L. D., 1997. *Mekanika Tanah*, Cetakan VI, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

# ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH EMBUNG KALIPIRING KOTA MADIUN

Rosyid Kholilur Rohman <sup>1)</sup>

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun

Email : kangroko86@gmail.com

## Abstract

Embung Kalipiring located in Kelurahan Pilangbango, Kartoharjo, Madiun city. Embung is built as an effort to overcome the flood in Madiun city. In planning a retaining wall must be analyzed the stability against overturning, sliding and collapse capacity of soil. In this study was done the analysis of the drawing plan of retaining walls at embung Kalipiring. The results of the analysis known stability retaining walls of soil against overturning obtained of  $3.250 > 2$  ( safe), and for sliding stability obtained the result of  $1,033 < 1.5$  ( not safe). Stability analysis to the collapse capacity of soil (downfall) obtained the result of  $3,708 > 3$  ( safe). Stability of shear/ sliding not qualified security requirement so that needs to be done redesigning or strengthening.

**Keywords :** *retaining wall, overturning, sliding, downfall*

## PENDAHULUAN

Kota Madiun terdiri dari tiga kecamatan yaitu Kecamatan Manguharjo, Taman, dan Kartoharjo. Sebagian besar masyarakatnya mempunyai mata pencaharian sebagai karyawan swasta yang merupakan salah satu ciri dari setiap kota. Kota Madiun merupakan daerah yang sering dilanda banjir hampir setiap tahun.

Beberapa usaha untuk mengatasi masalah banjir yang pernah dilaksanakan oleh Pemerintah Kota Madiun diantaranya dengan normalisasi sungai dan saluran drainase yang ada. Usaha ini dirasa masih kurang optimal sehingga banjir masih saja terjadi setiap tahun khususnya melanda daerah yang berada di bantaran sungai.

Bencana banjir yang cukup besar pada tahun 2007, mempertegas lagi perlunya penanganan yang efektif dalam mengatasi banjir baik dari sisi *civil works* maupun *non civil works*. Untuk pencapaian target jangka pendek mengatasi banjir maka *pekerjaan civil works* dirasa efektif dengan salah satunya pembuatan embung sebagai kolam retensi banjir untuk mereduksi puncak banjir.

Embung Kalipiring terletak di Kelurahan Pilangbango, Kecamatan Kartoharjo Kota Madiun. Embung tersebut memiliki luas sekitar  $152 \times 134$  m yang mulai dibangun pada 28 Maret 2014. Embung tersebut dibangun di atas lahan bekas tanah sawah dan lahan TPA, sedangkan strukturnya menggunakan dinding penahan beton bertulang yang di atasnya terdapat bronjong

(gabion) dan pasangan batu kali. Beda elevasi antara sisi atas embung dan elevasi dasar embung mencapai 9,33 m. Pembangunan embung Kalipiring ini dihentikan karena terdapat kerusakan berupa dinding penahan tanah yang mengalami pergerakan (deformasi) sehingga menyebabkan pasangan bronjong maupun pasangan batu kali di atasnya menjadi rusak.

### Tujuan

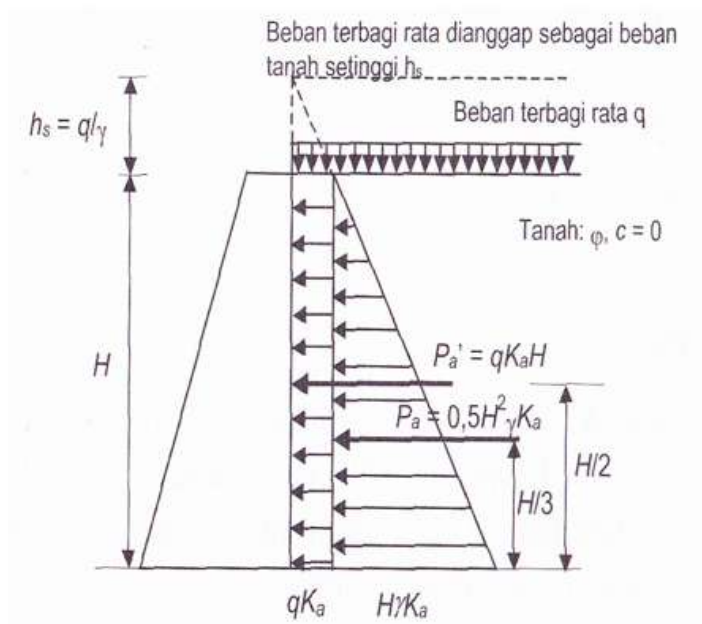
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas dinding penahan tanah pada pembangunan embung Kalipiring Kota Madiun terhadap guling (*Overtuning*), geser (*Shear/Sliding*) dan keruntuhan daya dukung tanah (*Downfall*).

### TINJAUAN PUSTAKA

Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Bangunan ini banyak digunakan pada proyek-proyek irigasi, jalan raya, pelabuhan dan sebagainya (Hardiyatmo, 2010). Dinding penahan tanah adalah struktur yang direncanakan untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda (Coduto, 2001). Dinding penahan tanah adalah sebuah dinding yang dibangun untuk menahan tanah sehingga tidak runtuh (Wesley, 2010).

Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan antara lain mencakup : (Hardiyatmo, 2011)

- Berat sendiri dinding penahan ( $W$ )
- Gaya tekanan tanah aktif total tanah urug ( $P_a$ )
- Gaya tekanan tanah pasif total di depan dinding ( $P_p$ )
- Tekanan air pori di dalam tanah ( $P_w$ )
- Reaksi tanah dasar ( $R$ )



**Gambar 1. Diagram tekanan tanah aktif**

(Sumber : Hardiyatmo, 2011)



Untuk menghasilkan konstruksi dinding penahan yang memenuhi syarat keamanan, maka analisis stabilitas dinding penahan tanah perlu ditinjau terhadap beberapa hal sebagai berikut :

- a. Faktor aman terhadap penggeseran (*sliding*) dan penggulingan (*overturning*) harus mencukupi. (Wesley, 2010; Hardiyatmo, 2011)
- b. Tekanan yang terjadi pada tanah dasar pondasi tidak boleh melebihi kapasitas dukung tanah ijin. (Wesley, 2010; Hardiyatmo, 2011)
- c. Stabilitas lereng secara menyeluruh memenuhi syarat

Perhitungan Stabilitas dilaksanakan untuk mengetahui tingkat keamanan konstruksi inding penahan terhadap gaya-gaya yang terjadi. Dengan demikian diharapkan konstruksi dapat berfungsi dengan baik. Untuk mengetahui stabilitas konstruksi dinding penahan, perlu dihitung terlebih dahulu angka keamanan (SF) yang kemudian dibandingkan dengan angka keamanan yang diijinkan.

**a. Stabilitas terhadap pergeseran**

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh :

1. Gesekan antara tanah dan dasar pondasi
2. Tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan terdapat tanah timbunan

Faktor aman terhadap pergeseran (Fgs) didefinisikan sebagai :

$$F_{gs} = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} > 1,5 \tag{1}$$

Untuk tanah  $\phi > 0$  dan  $c > 0$  maka

$$\sum Rh = Ca.B + W.tg \delta_b \tag{2}$$

dengan :

$\sum Rh$  = tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran

W = berat total dinding penahan tanah dan tanah di atas pelat pondasi

$\delta_b$  = sudut gesek antara tanah dan dasar pondasi

Ca = adhesi antara tanah dan dasar dinding

B = lebar pondasi

$\sum Rh$  = jumlah gaya horisontal

**b. Stabilitas terhadap guling**

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang dinding penahan cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat pondasi. Momen penggulingan ini dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat pondasi.

Faktor aman terhadap penggulingan (Fgl) didefinisikan sebagai :

$$F_{gl} = \frac{\sum Mt}{\sum Mg} > SF \tag{3}$$

Dimana :

$\Sigma Mt$  = momen yang melawan penggulingan

$\Sigma Mg$  = momen yang menyebabkan penggulingan

SF = angka aman, sebesar 1,5 untuk tanah dasar granular dan 2 untuk tanah dasar kohesif

c. **Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung**

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung didefinisikan sebagai :

$$F = \frac{qu}{q} > 3 \quad 4)$$

Dimana :

$qu$  = kapasitas dukung ultimit

$q$  = tekanan akibat beban struktur

Bila dipakai cara lebar efektif pondasi, tekanan struktur pada tanah dasar pondasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Meyerhof

$$q = \frac{V}{B'} \quad 5)$$

dengan  $V$  = beban vertikal total

$$B' = B - 2e$$

Menurut Hardiyatmo (2011) daya dukung tanah ultimit dapat dihitung dengan menggunakan rumus Hansen atau Vesic. Penggunaan rumus Terzaghi untuk menghitung kapasitas daya dukung tanah untuk struktur dinding penahan tidak tepat. Sanglerat mengusulkan untuk lempung terkonsolidasi berlebih dengan  $qc > 25 \text{ kg/cm}^2$  maka  $cu = qc/26$  sampai  $qc/22$  (Hardiyatmo, 2011)

## METODOLOGI

Lokasi studi analisis dinding penahan tanah pada bangunan embung yang berada di Kelurahan Pilangbango Kec. Kartoharjo Kota Madiun. Struktur dinding penahan menggunakan beton bertulang.

Tahapan analisis merupakan tahap pengolahan data dari hasil pengumpulan data yang dikelompokkan sesuai dengan tinjauan masalah. Analisa data serta langkah – langkah dalam penelitian ini adalah :

1. Pengumpulan data, melalui data primer dan data sekunder. Data yang digunakan di antaranya gambar rencana struktur dan data hasil penyelidikan tanah.
2. Studi pustaka.
3. Identifikasi dan penggambaran dinding penahan tanah
4. Perencanaan dinding penahan terhadap guling (*overturning*), geser (*shear/slidding*) dan keruntuhan (*downfall*)  
Analisis perencanaan dinding penahan tanah dihitung secara manual dengan menggunakan prinsip dasar Mekanika Tanah.
5. Analisa stabilitas daya dukung tanah yang terjadi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan analisis dinding penahan tanah data tanah yang harus diketahui adalah nilai berat volume tanah ( $\gamma$ ), nilai kohesi ( $c$ ), dan nilai sudut geser ( $j$ ) untuk tanah timbunan yang berada di belakang dinding penahan tanah.

Dari data tanah diketahui :

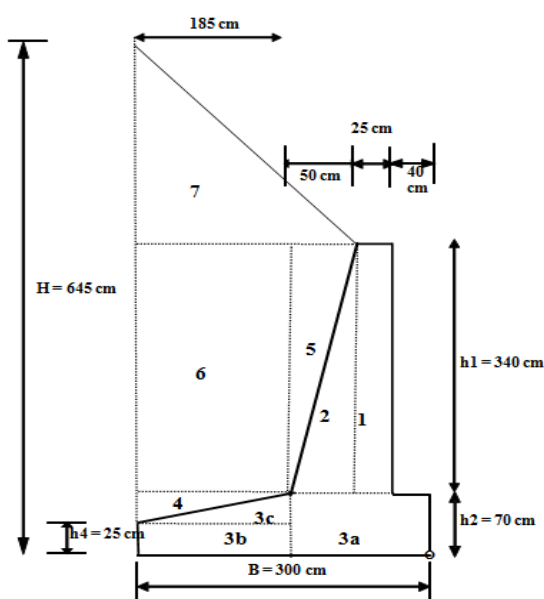
$$g = 18 \text{ KN/m}^3$$

$$j = 21^\circ$$

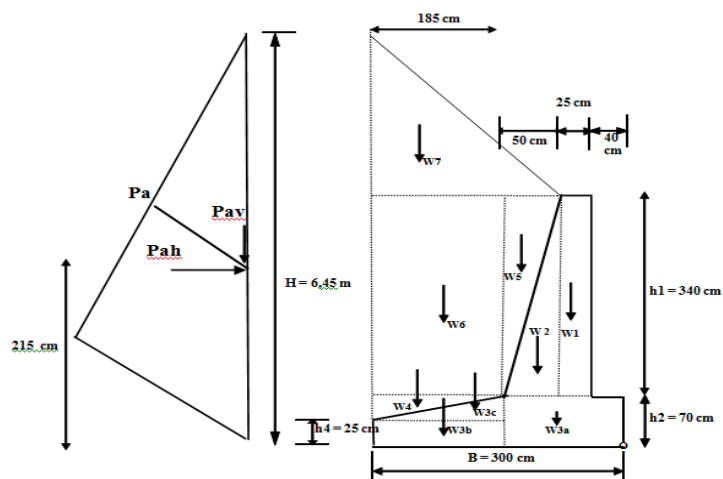
$$c = 23 \text{ KN/m}^2$$

Nilai konus qc pada kedalaman 7 m sebesar  $150 \text{ kg/cm}^2$ .

Dimensi dinding penahan tanah dan sket gaya-gaya yang bekerja dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2 berikut.



Gambar 1. Dimensi dinding penahan tanah



Gambar 2. Gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah

Tabel 1. Perhitungan gaya yang bekerja

No	Uraian	Pias b	Dimensi (m)			Volume ( M <sup>3</sup> )	Berat (Wi) (m)	Xi (M <sup>3</sup> )	Wi * Xi
			h	L	( M <sup>3</sup> )				
1	Dinding talud	1	0.25	3.40	1.00	0.85	20.40	0.525	10.71
2	Dinding talud	2	0.50	3.40	1.00	0.85	20.40	0.817	16.66
3	Pondasi	3a	1.15	0.70	1.00	0.81	19.32	0.575	11.11
4	Pondasi	3b	1.85	0.70	1.00	1.30	31.08	2.075	64.49
5	Pondasi	3c	1.85	0.45	1.00	0.42	9.99	1.767	17.65
6	Tanah Timbunan	4	1.85	0.45	1.00	0.42	7.91	2.383	18.85
7	Tanah Timbunan	5	0.50	3.40	1.00	0.85	16.15	0.983	15.88
8	Tanah Timbunan	6	1.85	3.40	1.00	6.29	119.51	2.075	247.98
9	Tanah Timbunan	7	2.35	2.35	1.00	2.76	52.46	2.217	116.29
Jumlah						<b>14.53</b>	<b>297.22</b>		<b>519.63</b>

### Perhitungan Tekanan Tanah Aktif per m

Dari data tanah diketahui di atas dimana  $j = 21^\circ$  maka

Koefisien Tekanan tanah aktif

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{21}{2}\right) = 0,47$$

Koefisien tanah pasif

$$K_p = \operatorname{tg}^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45 + \frac{21}{2}\right) = 2,12$$

Tekanan tanah aktif (Pa)

$$\begin{aligned} P_a &= 1/2 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2 \\ &= 1/2 \cdot 0,47 \cdot 18 \cdot 6,45^2 \\ &= 177 \text{ KN} \end{aligned}$$

Komponen horizontal yang bekerja pada dinding (Pah)

$$P_{ah} = P_a \cdot \cos 45 = 177 \cdot 0,707 = 125 \text{ KN}$$

Komponen vertikal yang bekerja pada dinding (Pav)

$$P_{av} = P_a \cdot \sin 45 = 177 \cdot 0,707 = 125 \text{ KN}$$

### Perhitungan Stabilitas Guling

Tekanan tanah lateral yang disebabkan oleh tanah di belakang dinding penahan cenderung menggulingkan dinding penahan, dengan pusat rotasi (titik guling) terletak pada ujung kaki depan konstruksi dinding penahan.

$$\begin{aligned} M_g &= P_{ah} \cdot h/3 \\ &= 125 \cdot 6,45/3 \\ &= 268.87 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_t &= \sum M + B \cdot P_{av} \\ &= 519,63 + 3 \cdot 125 \end{aligned}$$

$$= 873,8 \text{ KN.m}$$

$$F_{gl} = \frac{MT}{Mg} = \frac{873,80}{268,87} = 3,250 > 2 \text{ (memenuhi syarat)}$$

### Perhitungan Stabilitas Geser

kohesi tanah (c)	= 23 KN/m <sup>2</sup>
sudut geser dalam (Ø)	= 21 °
g beratvolume tanah (γ)	= 18 KN/m <sup>3</sup>
d = 2/3 Ø = 2/3 . 21	= 14 °

### Faktor aman terhadap pergeseran (Fgs)

$$F_{gs} = \frac{(\sum W + Pav)tg\delta + Cd.B}{Pah}$$

$$= \frac{(\sum 297,22 + 25)tg14 + 0,38.23.3}{125}$$

$$= 1,033 < 1,5 \text{ (Tidak memenuhi syarat)}$$

Faktor keamanan yang dipersyaratkan untuk pergeseran sebesar 1,5. Hasil perhitungan diketahui nilai Fgs sebesar 1,033 sehingga rentan sekali terhadap segala gangguan yang mungkin terjadi selama proses konstruksi. Potensi terjadinya pergeseran (deformasi) pada dinding penahan tanah dapat terjadi akibat konsentrasi gaya geser tanah.

### Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah

Gaya vertikal yang bekerja (ΣV)	= ΣW + Pav	= 411,96 KN
Titik berat talud x	$\frac{\sum(Wi.xi)}{\sum Wi}$	$= \frac{498,63}{286,91} = 1,74 \text{ m}$
Eksentrisitas (e)	e =	= 0,032 m

### Lebar efektif dinding penahan (B')

$$B' = B - 2.e = 3 - 2.0,032 = 2,937 \text{ m}$$

Bila dihitung berdasarkan lebar pondasi efektif, yaitu tekanan pondasi ke tanah dasar terbagi rata secara sama, maka ;

$$q_{maks} = 140,28 \text{ KN/m}^2$$

### Perhitungan daya dukung tanah

Daya dukung tanah (qa) dapat dihitung menggunakan rumus Hansen

$$q_a = dc ic C N_c + dq iq D_f \gamma N_q + iy B' \gamma N_y \quad (6)$$

dimana :

- c = kohesi
- g = berat volume tanah
- Df = kedalaman pondasi
- B = lebar pondasi

Nilai  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  diambil dari tabel 2 berikut.

Tabel. 2. Nilai Faktor Daya Dukung menurut Hansen

$\Phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5,14	1,0	0,0
5	6,49	1,57	0,07
10	8,34	2,47	0,39
15	10,98	3,94	1,18
20	14,83	6,4	2,95
21	15,81	7,07	3,50
25	20,72	10,66	6,76
30	30,14	18,40	15,07
35	46,12	33,30	33,92
40	75,31	64,20	79,54
45	133,87	134,87	200,81
50	266,88	319,06	568,57

Sumber : Hardiyatmo, 2011

$$i_q = \left[ 1 - \frac{0,5H}{V + A' \cdot C_a \cdot \text{ctg} \phi} \right]^5 = \left[ 1 - \frac{0,5 \cdot 125}{411,96 + 2,937 \cdot 23 \cdot \text{ctg} 21} \right]^5 = 0,57$$

$$i_c = i_q - \frac{(1-i_q)}{N_c \cdot \text{ctg} \phi} = 0,57 - \frac{(1-0,57)}{7,07 \cdot \text{ctg} 21} = 0,499$$

$$i_\gamma = \left[ 1 - \frac{0,7H}{V + A' \cdot C_a \cdot \text{ctg} \phi} \right]^5 = \left[ 1 - \frac{0,7 \cdot 125}{411,96 + 2,937 \cdot 23 \cdot \text{ctg} 21} \right]^5 = 0,447$$

Kapasitas dukung ultimit menurut Hansen ( faktor kedalaman  $d_c = d_q = d_\gamma = 1$ , faktor bentuk  $s_c = s_q = s_\gamma = 1$ ) maka

$$q_a = d_c i_c C N_c + i_q D_f \gamma N_q + i_\gamma B' \gamma N_\gamma$$

$$= 520,17 \text{ KN/m}^2$$

Apabila digunakan data sondir maka didapat nilai daya dukung tanah sebesar  $q_a = 576 \text{ KN/m}^2$ .

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah :

$$SF = \frac{q_a}{q_{maks}} = \frac{520,17}{140,28} = 3,708 > 3 \text{ (memenuhi syarat)}$$

## KESIMPULAN

Berdasar hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah pada embung Kalipiring maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Analisa stabilitas dinding penahan tanah terhadap guling (*Overtuning*) didapat hasil  $3,25 > 2$  (aman) dan untuk stabilitas geser (*Shear/Slidding*) didapat hasil  $1,033 < 1,5$  (tidak aman, sehingga rentan terhadap kemungkinan gangguan pada struktur dinding penahan selama pelaksanaan)
2. Analisa stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah yang terjadi didapat hasil  $3,708 > 3$  ( OK )

## SARAN

Dari hasil analisis ini disarankan sebagai berikut :

1. Penelitian tanah pada lokasi pembangunan embung ini harus lebih detail untuk mengetahui karakteristik tanah sebagai dasar perhitungan beban-beban yang bekerja.
2. Penggunaan dinding pondasi dengan perkuatan tiang pancang merupakan salah satu pemecahan sehingga didapatkan dinding pondasi yang mampu menahan tekanan arah lateral dan tekanan air.
3. Untuk melanjutkan rencana pembangunan harus dilakukan redesain terhadap struktur yang telah ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- Coduto, 1994, *Foundation Design Principle and Practice*, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Hardiyatmo,H.C, 2010, *MekanikaTanah I*, Edisi Kelima, Gadjah Mada University Press,Yogyakarta.
- Hardiyatmo,H.C, 2010, *MekanikaTanah II*, Edisi Kelima, Gadjah Mada University Press,Yogyakarta.
- Hardiyatmo,H.C, 2011, *Analisis dan Perancangan Fondasi I*, Edisi Kedua, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo,H.C, 2011, *Analisis dan Perancangan Fondasi II*, Edisi Kedua, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wesley, Laurence D, 2010, *Mekanika Tanah*, ANDI Offset, Yogyakarta.

# METODE PEMBELAJARAN GERAKAN SHOLAT PADA PENDIDIKAN ANAK USIA DINI (PAUD) BERBASIS MULTIMEDIA

Sekreningsih Nita<sup>1</sup>, Hani Atun Mumtahana<sup>2</sup>, Sri Anardani<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, STT Dharma Iswara Madiun  
email : ben\_nita2002@yahoo.com

Program Studi Teknik Informatika, STT Dharma Iswara Madiun  
email : hany\_alea03@yahoo.com

Program Studi Teknik Informatika, STT Dharma Iswara Madiun  
email : anardani26@hotmail.com

## Abstract

Nowadays computer technologies into one solution in the provision of multimedia to support a more optimal learning. Computers are no longer just known as assistive devices work or entertainment purposes only but has evolved into a device aids in the learning system (Computer-Based Learning / CBL). CBL was developed to help students understand the concepts of learning materials are presented interactively by the system and able to provide more information than is conveyed through conventional teaching methods. One special computer-based learning system for children of pre-school age or Early Childhood Education (ECD) of the highlights is the multimedia applications. In this multimedia based application creation, the chosen subject is RA Al-Hadid City of Madiun and PAUD Baituttaqwa particularly in Islamic Education for methods of prayer movement. The subject is chosen in an effort to increase student interest, especially in applying Islamic religious education. The technology used to create multimedia-based applications with the help of software Macromedia Flash 8, Adobe Flash CS3, and Adobe Photoshop. With the help of multimedia learning media can be a useful reference for Early Childhood Education teachers in teaching about prayer movement method, which can replace the old method of learning by conventional means (tutorial). The expected result of the development of this system is able to increase the competence of teachers' teaching and learning activities in schools will be more effective and less boring for student learners, and can complement existing systems.

**Keywords :** *Kata kunci: Method of Prayer Movement, Multimedia, Learning.*

## PENDAHULUAN

Komputer saat ini tidak lagi hanya dikenal sebagai perangkat bantu kerja atau hiburan saja tetapi telah berkembang menjadi perangkat bantu dalam sistem pembelajaran (*Computer-*



*Based Learning /CBL*). CBL dikembangkan dengan tujuan untuk membantu siswa dalam memahami konsep-konsep materi pembelajaran yang disajikan secara interaktif oleh system serta mampu memberikan informasi lebih dari yang disampaikan melalui metode pengajaran konvensional (dalam Sunardi dan Santoso, 2010). Salah satu system pembelajaran berbasis komputer khusus untuk anak usia pra-sekolah yang menarik adalah dengan aplikasi multimedia. Aplikasi multimedia merupakan salah satu jenis perangkat lunak yang memberikan tampilan lebih menarik karena berisi tampilan video maupun audio visual yang mudah untuk dipahami serta tidak membosankan.

Di sekolah RA AL Hadiid dan PAUD Baituttaqwa yang menaungi anak usia dini dengan usia antara 2 sampai 3 tahun dengan jumlah  $\pm$  30 anak. Rata-rata metode pembelajaran khususnya pada bidang agama masih dilakukan dengan cara konvensional (tutorial) belum memanfaatkan teknologi secara maksimal. Salah satu materi pembelajaran dalam Pendidikan Agama Islam adalah gerakan sholat. Sholat adalah ibadah yang dimulai dengan takbir dan diakhiri dengan salam. Sholat dilaksanakan dengan cara berdiri bagi yang mampu dan sehat. Bagi yang sakit boleh dilakukan dengan cara duduk atau berbaring. Sholat harus dilaksanakan dengan gerakan yang baik dan benar. Gerakan sholat merupakan bagian dari rukun sholat meliputi berdiri tegak, takbiratul ikhram, bersedekap, ruku, i'tidal, sujud, duduk diantara dua sujud, duduk tasyahud awal, duduk tasyahud akhir, diakhiri dengan salam. Setiap umat islam wajib menegakkan sholat karena sholat merupakan tiang agama. Oleh karena itu materi gerakan sholat dalam mata pelajaran Pendidikan Agama Islam wajib diajarkan pada anak usia pra-sekolah atau Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD).

Dalam upaya meningkatkan kemampuan pembelajaran gerakan sholat khususnya di RA Al-Hadiid dan di PAUD Baituttaqa yang selama ini masih dilakukan secara konvensional (tutorial) oleh pendidik menimbulkan kendala yaitu situasi dan kondisi yang tidak kondusif. Para siswa anak didik yang rata-rata berusia balita belum bisa memahami / mengerti maksud dan tujuan dari pembelajaran gerakan sholat tersebut. Siswa tidak fokus pada guru melainkan sibuk bermain dengan sesama siswa lain, sehingga dibutuhkan perhatian ekstra dari para guru yang tersedia. Perbandingan antara jumlah Guru dan siswa di kedua sekolah tersebut belum signifikan, karena seorang guru menangani / mengajar  $\pm$  5 siswa. Oleh karena itu sangat sulit memberikan pembelajaran bagi siswa usia dini jika dengan cara konvensional / tutorial. Dalam penelitian ini, materi gerakan sholat disajikan dalam bentuk visual (berbasis multimedia) dengan bantuan *software macromedia flash 8*, *adobe flash CS3*, dan *Adobe Photoshop* serta ditampilkan melalui media komputer dilengkapi dengan projector (*in-focus*) sehingga bisa menghasilkan gambar yang berukuran besar. Diharapkan siswa dapat memberikan respon positif dan dapat menciptakan suasana pembelajaran yang menarik dan tidak membosankan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Multimedia**

Menurut Jamaludin dkk (2011), mengatakan bahwa aplikasi multimedia merupakan salah satu jenis software yang memberikan tampilan lebih menarik dengan gambar, animasi, dan ketersediaan suara. Hal itu membuat media mudah untuk digunakan dalam bidang pendidikan

terutama untuk pra-sekolah dan sekolah dasar, sedangkan teknologi yang digunakan untuk membuat software macromedia flash 8, adobe flash CS3, dan Adobe Photoshop.

### Metode Pembelajaran

Aplikasi metode tutorial pada multimedia pembelajaran, disajikan sebagaimana layaknya tutorial yang dilakukan oleh pendidik atau instruktur. Informasi yang berisi suatu konsep disajikan dengan teks, gambar, baik diam atau bergerak dan grafik. (dalam Heru Priambodo dkk, 2011).

### Sholat

Ibadah yang pokok adalah sholat, dikatakan oleh Kaha Anwar (2016), bahwa kewajiban yang pertama dan utama bagi orang beriman adalah sholat. Sholat wajib dikerjakan siapapun yang beragama islam dan sudah mencapai akil baligh. Ketentuan dalam shalat tentunya harus dimengerti agar sholat yang dilakukan lebih sempurna. Tata cara melakukan shalat termasuk gerakan-gerakannya memiliki keistimewaan dan manfaat khususnya dalam bidang kesehatan. Mempelajari sholat tentunya juga diikuti dengan bacaan surat dalam sholat. Oleh karena itu perlu **belajar ilmu tajwid** yang merupakan hal penting dalam mempelajari bacaan Al-Qur'an, agar dapat membaca Al-Qur'an dengan baik dan benar. Didalam buku IQRO (2000) dibahas tentang ilmu Tajwid yaitu ilmu yang mempelajari tentang cara mengucapkan huruf-huruf hijaiyah dengan baik dan benar, Dalam tajwid ada beberapa hal yang dipelajari seperti makhroj huruf, cara pengucapan huruf, panjang pendeknya bacaan, hubungan antar huruf, dan al-Khat al-Utsmani (metode khusus penulisan dan pembacaan yang disetujui oleh mushaf muslim bernama ustman bin affan). Dengan memahami ilmu tajwid maka lafads sholat akan lebih sempurna.

### METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilakukan di 2 (dua) lokasi yaitu :

- a. RA Al Hadiid , beralamat di Jl. Diponegoro no.2A, Kelurahan Oro-oro Ombo, Kec. Kartoharjo, Kota Madiun.
- b. PAUD Baituttaqwa, beralamat di Dsn. Budug Tawangrejo, Takeran, Kab. Magetan.

Metode penelitian yang telah dilakukan terdiri dari :

- a. Observasi dan wawancara yaitu melakukan pengamatan/tinjauan langsung ke tempat lokasi pengabdian yang dilakukan dengan melihat kondisi yang sebenarnya untuk bisa menganalisa permasalahan serta tanya jawab langsung dengan kepala sekolah dan guru kelas tentang proses belajar dan pembelajaran khususnya materi sholat untuk anak balita.
- b. Analisa masalah yaitu merumuskan masalah dan pemberian solusi pemecahan masalah.
- c. Perancangan dan pembuatan program/aplikasi yaitu tahapan dalam merancang aplikasi mulai dari pemilihan perangkat keras dan perangkat lunak, serta perancangan *desain interface* sampai pembuatan program (aplikasi).
- d. Testimoni dan uji program yaitu melakukan uji kebenaran dengan pelaku pembelajaran sekaligus uji test program apakah terdapat kesalahan terutama isi materi pembelajaran (sholat) , cek materi dengan guru-guru kelas dan anak didik di kedua mitra, apakah sudah sesuai isi materi dengan kaidah serta lafads (ucapan) dan teks yang ditampilkan

dalam program.

- e. Implementasi serta pendampingan yaitu penyerahan langsung ke tempat penelitian tentang hasil program yang telah dibuat untuk diterapkan dalam pembelajaran kepada anak didik sekaligus pemberian pendampingan kepada guru-guru kelas tentang pengoperasian aplikasi.

Adapun jadwal pelaksanaan kegiatan penelitian dalam pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan selama ± 1 tahun, seperti terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Jadwal pelaksanaan kegiatan penelitian dalam pengabdian kepada masyarakat.

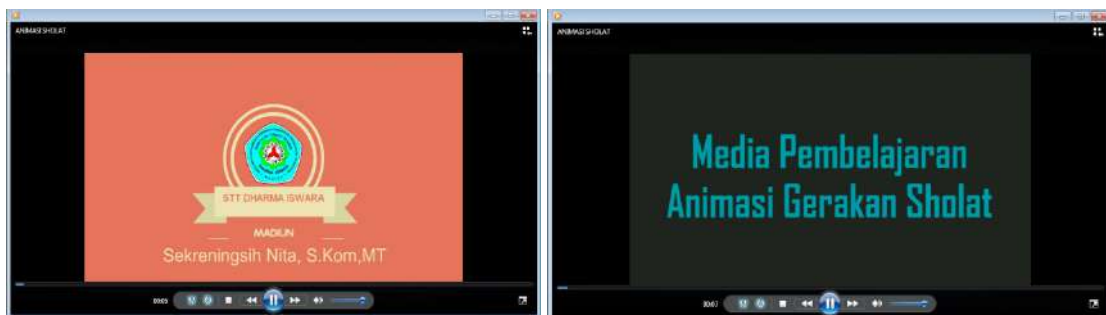
No	Jenis Kegiatan	Bulan Ke- Thn 2016											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Persiapan Penetapan lembaga Pendidikan sebagai mitra	■											
2	Observasi dan wawancara dengan mitra		■	■									
3	Analisa permasalahan oleh mitra				■	■							
4	Perancangan dan Pembuatan Aplikasi						■	■	■	■			
4	Testimoni dan uji program										■		
5	Implementasi & pendampingan											■	
6	Seminar & Publikasi hasil												■

## HASIL DAN PEMBAHASAN

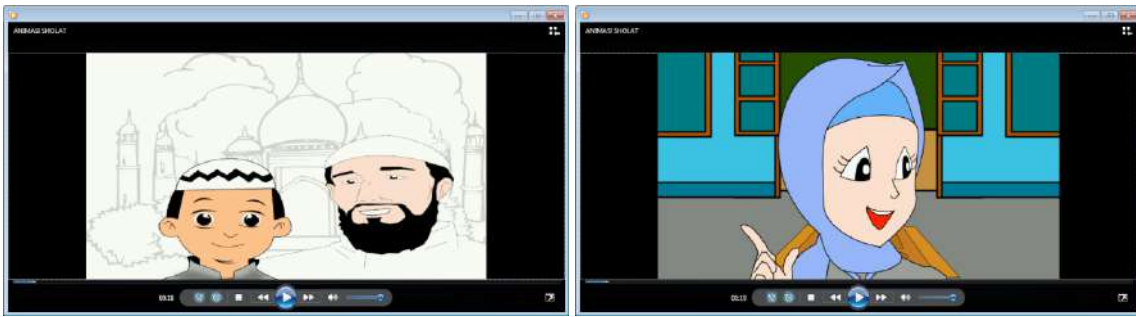
### Hasil.

Hasil atau luaran yang dicapai berupa Program / Aplikasi Multimedia yaitu Media Pembelajaran Animasi Gerakan Sholat. Adapun bentuk desain antar muka (*interface*) dari aplikasi telah disusun sesuai urutan dari gerakan sholat (1 s/d 13 gerakan) diterangkan oleh ustad/ustadzah pada setiap gerakan. Setelah selesai gerakan sholat yang terakhir , aplikasi akan berlanjut dengan Demo Sholat lengkap dengan surat-surat yang dibacakan pada setiap gerakan dengan nada suara teks lafads dalam sholat.

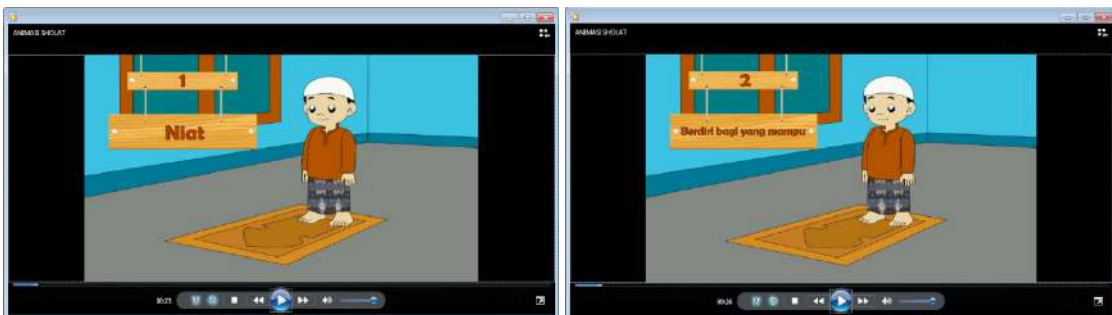
Berikut bentuk antar muka (*interface*) dari media pembelajaran animasi gerakan sholat



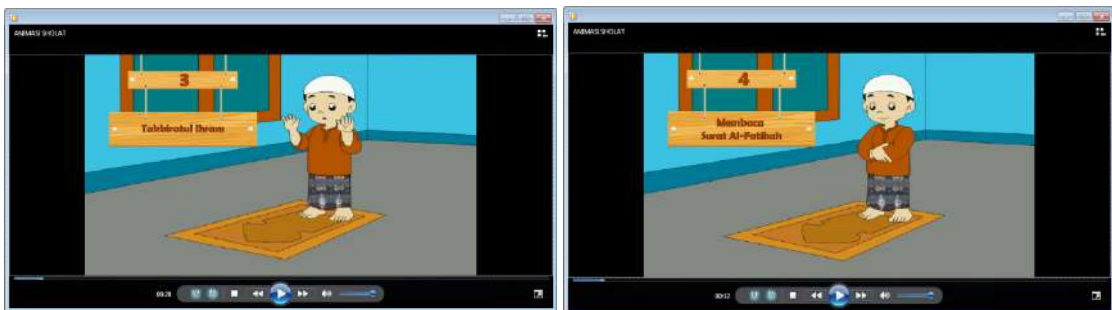
Gambar 1. Halaman Depan dan Judul Aplikasi



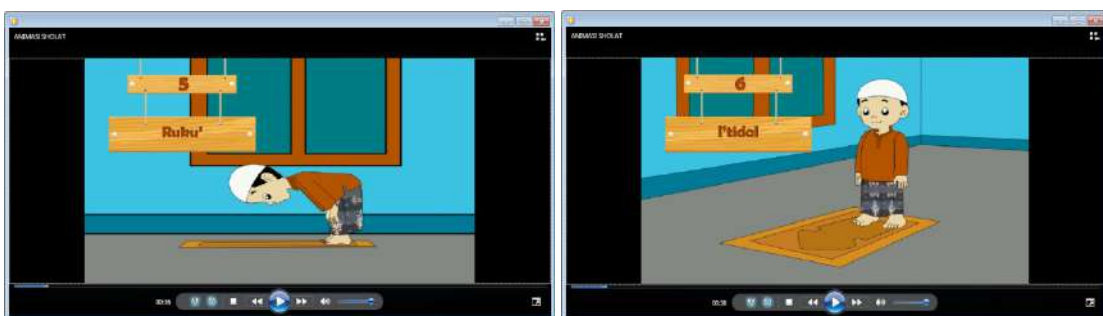
Gambar 2. Halaman Anak didik dan Pendidik (Ustad) & Ustadzah menerangkan Gerakan Sholat



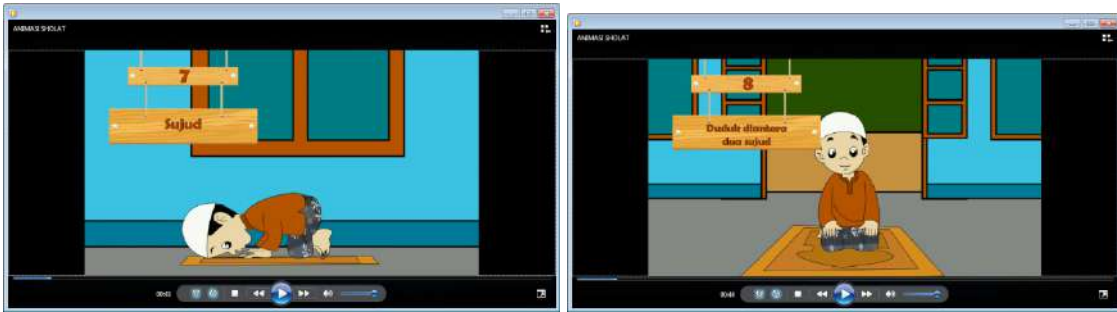
Gambar 3. Halaman gerakan sholat-1 “Niat” & sholat-2 “Berdiri bagi yang mampu”



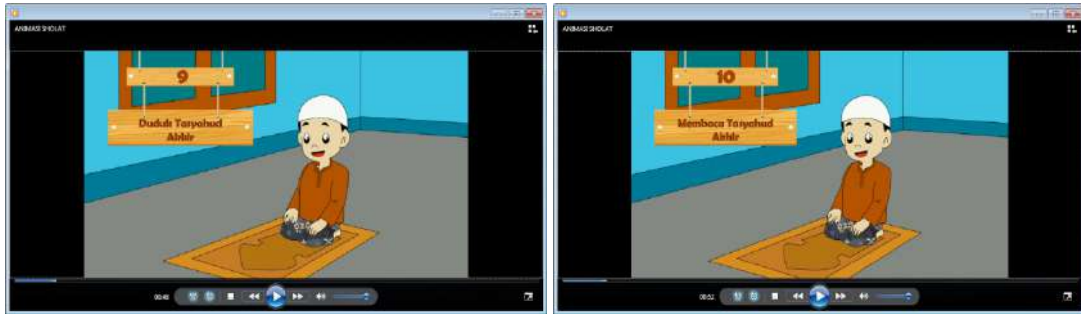
Gambar 4. Halaman gerakan sholat-3 “Takbirotul Ihrom” dan sholat-4 “Membaca Surat Al-Fatihah”



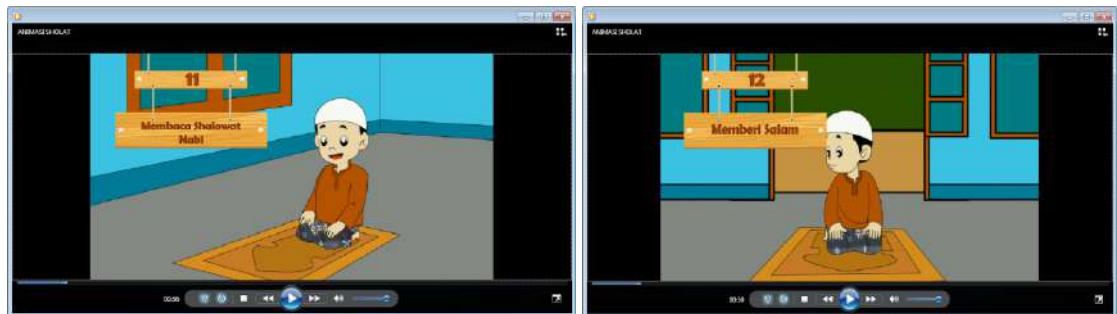
Gambar 5. Halaman gerakan sholat-5 “Ruku’” dan sholat-6 “I’Tidal’”



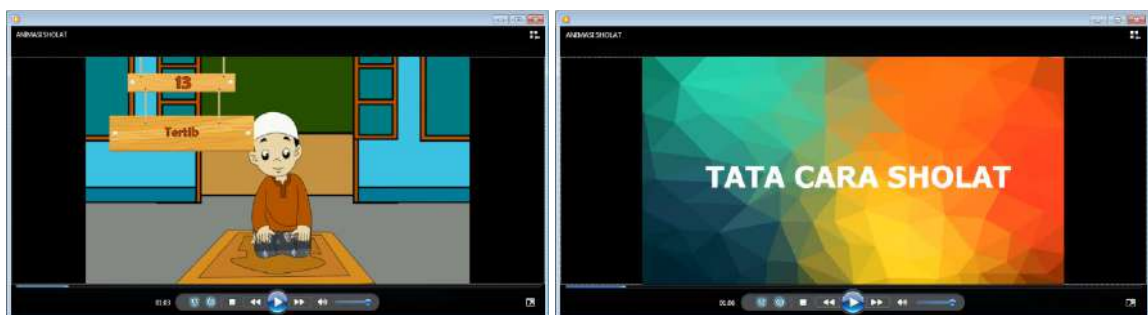
Gambar 6. Halaman gerakan sholat-7 “Sujud” dan sholat-8 “Duduk diantara dua sujud”



Gambar 7. Halaman gerakan sholat-9 “Duduk Tasyahud Akhir” dan sholat-10 “Membaca Tasyahud Akhir”



Gambar 8. Halaman gerakan sholat-11 “Membaca Sholawat Nabi” dan sholat-12 “Membaca Salam”



Gambar 9. Halaman gerakan sholat-13 “Tertib” dan halaman akhir program / aplikasi.

Sedangkan untuk demo gerakan sholat secara keseluruhan yang dilengkapi dengan pembacaan surat-surat dalam sholat, salah satu contoh halaman antar muka seperti pada tampilan gambar di bawah ini :



Gambar 10. Halaman” gerakan sholat disertai bacaan surat (lafads sholat)”

## PEMBAHASAN

Ketercapaian hasil dalam proses pembelajaran dengan bantuan media elektronik, peneliti menyebar Quisioner di tempat mitra. Pendapat, tanggapan serta respon tentang aplikasi multimedia gerakan sholat yang diterapkan apakah sudah sesuai yang dibutuhkan oleh mitra atau belum. Responding diisi oleh guru kelas secara sampling berjumlah  $\pm 13$  pendidik/guru kelas untuk 2 (dua) mitra yaitu PAUD Al-Hadiid dan RA Baitutaqwa .

- a. Analisa Data Quisioner : berisi jenis pertanyaan-pertanyaan yang diberikan kepada pemakai program meliputi materi/isi dari metode pembelajaran sholat dan tampilan program secara visual, apakah mudah untuk dipahami dan jelas pengucapannya serta desain antar muka (*interface*) dari program serta indikator jawaban yang harus diberikan oleh responding.

Tabel 2. Jenis Pertanyaan Quisioner

NO	JENIS PERTANYAAN
1	Gambar dalam tampilan program sudah mendekati /menyelan rupai <u>kenyataan ?</u>
2	Warna yang digunakan didalam tampilan program sangat <u>menarik ?</u>
3	Tata letak <u>teks</u> , tombol, dan gambar yang digunakan didalam dtampilan program sudah sesuai tempat dan ukurannya ?
4	Animasi yang digunakan didalam program jelas dan dapat dipahami
5	Efek suara music yang digunakan didalam program tidak membosankan
6	Sistem pembelajaran interaktif ‘animasi gerakan sholat’ dapat dijadikan media alternative belajar sholat
7	Sistem pembelajaran interaktif ‘animasi gerakan sholat’ dapat digunakan sebagai penunjang belajar sholat
8	Sistem pembelajaran interaktif ‘animasi gerakan sholat’ dapat dijadikan media sarana belajar menggunakan computer (media eletkronik)

Tabel 3. Jenis Pertanyaan Quisioner.

NILAI	INDIKATOR NILAI	JML-RESPONDEN
A	Sangat Setuju	R1
B	Setuju	R2
C	Kurang Setuju	R3
D	Tidak Setuju	R4
E	Sangat Tidak Setuju	R5
		R6
		R7
		R8
		R9
		R10
		R11
		R12
		R13

b. Pengolahan Data Quisioner.

Berisi jawaban dari responding dan penghitungan nilai yang telah dirumuskan sehingga mendapatkan nilai akhir dari masing-masing responding .

Tabel 4. Jenis Pertanyaan Quisioner

RESPONDEN	SOAL & JAWABAN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
R1	B	B	B	B	B	B	A	A
R2	B	B	B	B	B	A	A	A
R3	B	A	B	B	B	A	A	A
R4	B	B	B	A	A	A	A	A
R5	B	B	B	B	B	B	B	B
R6	B	B	B	B	B	A	A	A
R7	B	B	B	B	B	A	A	A
R8	B	B	B	B	B	A	A	A
R9	B	B	B	B	B	A	A	A
R10	B	B	B	C	B	B	B	B
R11	B	A	B	B	A	A	A	A
R12	B	B	B	B	A	A	A	A
R13	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>NILAI</b>								
A		0.2		0.1	0.2	0.6	0.7	0.6
B	1	0.8	1	0.8	0.8	0.3	0.2	0.3
C				0.1				

*Catatan :* Rumus Nilai =  $\text{Jml\_Jawaban} / \text{Jml\_Soal} * 100\%$

c. Hasil Akhir Quisioner

NILAI	TOTAL	KESIMPULAN JAWABAN
A	2.4	SANGAT SETUJU
<b>B</b>	<b>5.2</b>	<b>SETUJU</b>
C	0.1	KURANG SETUJU

Berdasarkan hasil uji quisioner ke tempat mitra (obyek penelitian) didapat simpulan bahwa aplikasi yang dihasilkan sudah setuju dengan nilai = 5.2 (SETUJU) dan telah sesuai yang diharapkan oleh mitra, karena memudahkan guru kelas untuk menyampaikan materi gerakan sholat secara maksimal dikarenakan anak didik secara fokus dapat memperhatikan arahan lewat media gambar dan suara serta penyampaian materi lebih menarik.

## KESIMPULAN

Dengan terbangunnya sistem pembelajaran berbasis multimedia sebagai referensi tambahan bagi guru-guru kelas di kedua mitra dalam memberikan materi pembelajarannya, maka telah tercapai tujuan pembelajaran dengan sasaran pengguna yaitu anak usia dini / balita. Ketepatan pembelajaran dengan visual memudahkan siswa mengamati dan mempraktekkan langsung

karena bisa melihat gambar, gerakan dan suara, serta terciptanya suasana pembelajaran yang menarik, kondusif dan tidak membosankan.

Sedangkan saran yang bisa diberikan kepada mitra, melalui Kepala Sekolah agar melakukan pelatihan-pelatihan kepada guru kelas tentang metode pembelajaran dengan media elektronik. Sedangkan harapannya tidak berakhir pada kegiatan pengabdian saja, tetapi bisa dibentuk kerjasama dalam penyebaran informasi tentang perkembangan IT antara STT Dharma Iswara Madiun dengan Kedua Mitra yaitu RA Al Hadiid Kota Madiun dan PAUD Baituttaqwa di Kabupaten Madiun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, K. 2016. *Meluruskan Gerakan Shalat Menuai Mukzizat*. Cetakan 2016. Perpustakaan Nasional Katalog Dalam Terbitan (KDT. Pustaka Baru Press Yogyakarta
- Sunardi, dan Santoso, S. 2010. Multimedia Pembelajaran TataSurya dengan Pendekatan Inkuiri Bagi Kelas X SMK . *Jurnal Teknologi Informasi*. Volume 6 Nomor 1. ISSN 1414-9999.
- Jamaludin, Suhartono, V. dan Santoso, S. 2011, Model Pembelajaran Proses terjadinya Hujan pada Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) berbasis Multimed. *Jurnal Teknologi Informasi*. Volume 7 Nomor 2 ISSN 1414-9999.
- KH. Humam, A. 2000. *Buku IQRO Cara Cepat Belajar Membaca Al-Qur'an*. Balai Litbang LPTQ Nasional. Team Tadarus "AMM" Yogyakarta
- Priambodo, H. Suhartono, V. dan Sidiq, M. 2011. Multimedia Pembelajaran Tugas Penilik dengan Metode Tutorial untuk Pendidikan Non Formal dan Informal. *Jurnal Teknologi Informasi*. ISSN 1414-9999.



# PROSES DISTILASI ETANOL DENGAN MENGGUNAKAN KOLEKTOR SURYA PLAT DATAR

Suryono Adi Waluyo<sup>1)</sup>, Aris Budi Harsanto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
email : suryono2007@yahoo.co.id

<sup>2)</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
email : aris@unmer-madiun.ac.id

## Abstract

In the ethanol production process, one of important process was distillation process, that aim to increase alcohol content. Firstly the energy source that required for this process was from gas burner, elektrik heater etc. In this research other energy resource was developed, which cheaper and unlimited, that was solar energy. The equipment that used was flat plate collector. Thus, the result was ethanol product whith high efficient but low cost production.

**Keywords:** *Flat Plate Collector, Distillation, etanol.*

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi untuk berbagai keperluan telah banyak dilakukan. Salah satu upaya pemanfaatan energi surya adalah proses distilasi atau penyulingan yang melibatkan proses penguapan dan pengembunan. Media atau fluida yang didistilasi juga bermacam-macam, mulai dari air tawar, air laut, air payau, alkohol sampai media lain sesuai keperluan.

Salah satu metode atau peralatan yang digunakan untuk memanfaatkan energi panas matahari adalah kolektor surya (*solar collector*) mulai dari temperatur rendah (*low temperature*), temperatur menengah (*medium temperature*) sampai temperatur tinggi (*high temperature*). Berbagai kisaran temperatur tersebut dapat dicapai dengan metode langsung dengan menggunakan kolektor plat datar (*flat plate collector*) dan kolektor tabung hampa (*evacuated tube collector*) atau dengan metode tidak langsung dengan menggunakan kolektor parabola (*parabolic trough collector*), kolektor cakram (*dish collector*) dan kolektor menara (*tower collector*).

Proses distilasi etanol dilakukan dengan menguapkan campuran etanol dan air pada temperatur 78°C – 80°C kemudian diembunkan, dengan harapan air tidak ikut menguap dan tertinggal, sementara uap etanol akan terpisah dan ditampung dalam bentuk cairan etanol dengan kadar alkohol yang lebih tinggi.

Jika proses distilasi etanol dapat dilakukan dengan bantuan sinar matahari maka akan didapat dua keunggulan sekaligus, yaitu proses pemurnian atau distilasi dengan energi terbarukan

(sinar matahari) untuk menghasilkan energi terbarukan (etanol). Sehingga permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana proses distilasi etanol tenaga surya untuk menggantikan energi yang lain dengan menggunakan kolektor surya plat datar.

Jika proses distilasi etanol tenaga surya skala laboratorium dengan bantuan sinar matahari dapat dilakukan, maka dalam pengembangannya akan dapat memberikan alternatif proses distilasi etanol dan sekaligus menghemat energi dengan jalan memanfaatkan sumber energi matahari yang murah dan melimpah. Pada perkembangan selanjutnya dengan skala yang diperbesar akan dapat dihasilkan etanol dalam jumlah yang cukup sebagai bahan bakar terbarukan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Etanol

Salah satu energi alternatif yang menjanjikan adalah bioetanol. Bioetanol adalah etanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Etanol atau ethyl alkohol  $C_2H_5OH$  berupa cairan bening tak berwarna, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah<sup>2, 5</sup> dan tidak menimbulkan polusi udara yg besar bila bocor. Etanol yg terbakar menghasilkan karbondioksida ( $CO_2$ ) dan air. Etanol adalah bahan bakar beroktan tinggi dan dapat menggantikan timbal sebagai<sup>2</sup> peningkat nilai oktan dalam bensin. Dengan mencampur etanol dengan bensin, akan mengoksidasi campuran bahan bakar sehingga dapat terbakar lebih sempurna dan mengurangi emisi gas buang (seperti karbonmonoksida/ $CO$ ).

### Distilasi

Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode [pemisahan bahan kimia](#) berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (*volatilitas*) bahan.

Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu.

Metode ini termasuk sebagai [unit operasi](#) kimia jenis [perpindahan massa](#). Penerapan proses ini didasarkan pada [teori](#) bahwa pada suatu [larutan](#), masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya.

### Kolektor surya plat datar

Kolektor surya plat datar adalah suatu bentuk khusus alat penukar panas dimana perpindahan panas radiasi memegang peranan yang sangat penting. Apabila pada pesawat penukar panas konvensional, energi panas dipindahkan antar fluida dan radiasi bukanlah hal yang penting. Pada kolektor surya plat datar energi dipindahkan dari sumber energi yang berjarak tertentu. Melalui prinsip *fotothermal*, energi radiasi matahari diubah menjadi energi panas

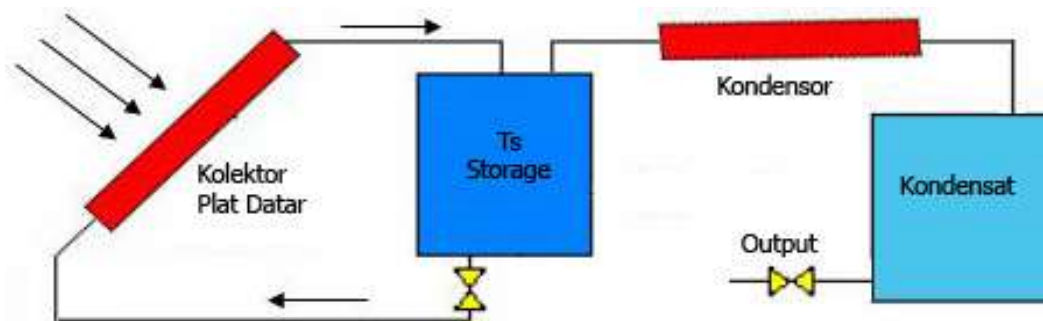
Kolektor surya plat datar dirancang untuk penggunaan energi pada temperatur moderat. Untuk keperluan temperatur kerja lebih tinggi, digunakan kolektor konsentrasi.

Pada umumnya kolektor surya plat datar digunakan untuk pemanas air, pemanas ruangan, pengkondisian udara dan proses pengeringan. Tapi tidak menutup kemungkinan juga digunakan pada proses distilasi untuk fluida dengan titik uap yang tidak terlalu tinggi. Kolektor ini tidak memerlukan alat pengarah matahari, jadi posisi kolektor relatif tetap. Oleh karena itu

secara mekanik kolektor surya plat datar lebih sederhana daripada kolektor konsentrasi dan perawatannya lebih mudah.

### KERANGKA PENELITIAN

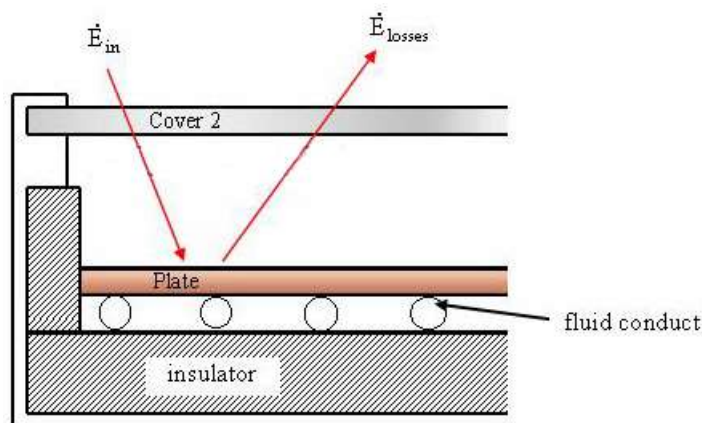
Sistem distilasi tenaga surya dengan menggunakan kolektor plat datar untuk distilasi air maupun fluida yang lain seperti etanol, yang mengadopsi sistem pemanas air secara umum terdiri kolektor, tangki penyimpanan (storage), unit kondensasi dan pipa-pipa, serta pompa listrik jika dibutuhkan.



Gambar 1. Bentuk umum sistem distilasi tenaga surya

Cara kerjanya adalah : setelah tangki penyimpanan (*storage*) diisi penuh, dalam kasus diatas tidak menggunakan pompa (*termosifon*), kolektor dipaparkan dibawah sinar matahari. Kolektor akan menyerap panas dari radiasi matahari dan mentransfer kalor ke fluida melalui pipa. Seiring dengan meningkatnya temperatur fluida maka fluida akan bergerak karena efek *termosifon*. Setelah beberapa waktu tertentu maka fluida akan mencapai temperatur tertentu dan mulai menguap, selanjutnya uap akan dikondensasikan dan hasilnya akan ditampung.

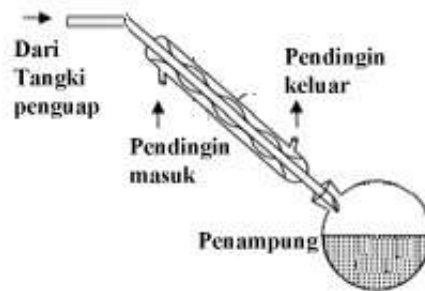
Radiasi matahari yang mengenai plat penyerap melalui kaca akan diserap oleh plat hitam, kemudian kalor yang dihasilkan ditransfer ke fluida kerja yang mengalir dalam pipa-pipa dibawah plat penyerap. Pemakaian kaca tersebut dimaksudkan untuk mengisolasi energi radiasi surya yang sudah mengenai plat penyerap, sehingga energi radiasi surya (terutama inframerah) dapat dengan maksimal ditransfer ke fluida kerja.



Gambar 2. Transfer kalor dari radiasi matahari ke kolektor

Proses pengembunan adalah proses perubahan wujud gas menjadi wujud cair karena adanya perbedaan temperatur. Temperatur pengembunan berubah sejalan dengan tekanan uap. Oleh karena itu temperatur pengembunan didefinisikan sebagai temperatur pada kondisi jenuh akan dicapai bila udara didinginkan pada tekanan tetap tanpa penambahan kelembaban. Untuk menghasilkan pengembunan dilakukan dua cara, yaitu:

- Menurunkan temperatur sehingga mereduksi kapasitas dari uap air.
- Menambah jumlah uap air



Gambar 3. Proses pengembunan

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan adalah : satu set kolektor surya plat datar lengkap dengan kondensor, termokopel, dan pyranometer untuk mengukur intensitas sinar matahari pada saat dilakukan proses distilasi. Sedangkan bahan yang digunakan adalah etanol dengan kadar alkohol  $\pm 7\% - 10\%$ .

### Rancangan Penelitian

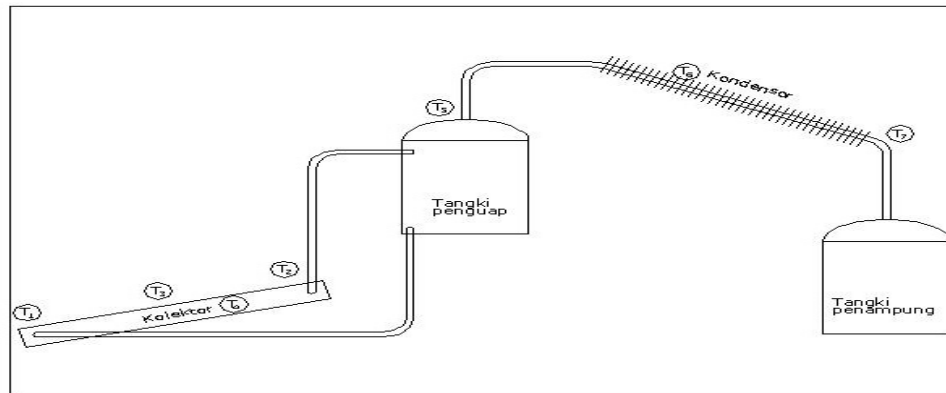
Penelitian atau percobaan yang dilakukan adalah proses distilasi etanol dengan bantuan sinar matahari. Selama proses berlangsung temperatur pada beberapa titik dicatat dengan menggunakan termokopel untuk kemudian diolah dan dianalisa. Pengambilan data dilakukan antara 5 sampai 10 kali untuk hari yang berbeda untuk mengantisipasi kondisi cuaca yang mungkin berubah secara ekstrem. Dari beberapa pengulangan tersebut diambil 5 data terbaik dan diambil rata-ratanya untuk diolah. Setiap kali proses berlangsung dibutuhkan etanol dengan kadar alkohol rendah sebanyak 20–30 liter. Proses dihentikan jika tidak ada lagi peningkatan temperatur yang signifikan.

### Prosedur Penelitian

Pengambilan data dilakukan mulai jam 07.00 sampai dengan jam 17.00 dimulai dari persiapan alat dan bahan kemudian melakukan pengambilan data temperatur dengan menggunakan termokopel di beberapa titik yaitu : input kolektor, output kolektor, kaca penutup, plat penyerap isolator, output tangki penguap, pipa kondensor, dan output kondensor.

- Pada awal percobaan temperatur pada semua titik di catat.
- Memeriksa kadar alkohol sebelum dan sesudah dilakukannya proses distilasi.
- Selanjutnya pencatatan dilakukan setiap selang waktu tiga puluh menit.

- Pengambilan data diulangi sebanyak 5 sampai 10 kali untuk hari yang lain dengan prosedur yang sama.
- Dari semua data yang tercatat diambil 5 data terbaik yang akan diolah dan dianalisis.



Gambar 4. Skema peralatan

Keterangan :

- T1 = input kolektor
- T2 = output kolektor
- T3 = kaca penutup
- T4 = plat penyerap isolator
- T5 = output tangki penguap
- T6 = pipa kondensor
- T7 = output kondensor

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dalam percobaan terdiri dari intensitas radiasi matahari, input kolektor, output kolektor, kaca penutup, plat penyerap isolator, output tangki penguap, pipa kondensor, dan output kondensor. Pencatatan data dilakukan setiap 30 menit. Selanjutnya data ditabulasikan sebagai berikut.

Tabel 1 Data hasil percobaan (Rata-rata)

No.	Waktu	Intensitas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Pukul	W/m <sup>2</sup>	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	07.00	100,25	25,5	27,5	20,15	19,6	26,5	31,5	30,2
2	07.30	201,23	26,2	30,85	27,46	22,2	28,7	33,7	31,5
3	08.00	356,54	27,3	34,6	32,14	33,9	31,3	41,5	31,6
4	08.30	503,34	27,6	37,55	38,42	42	33,1	43	31,8
5	09.00	730,12	29,8	42,4	40,21	51,1	36,8	42,1	33,3
6	09.30	822,41	31,3	46,55	51,37	61,2	39,8	45,5	36,2
7	10.00	918,98	33,5	51,4	52,75	71,3	43,5	55	47,1
8	10.30	888,07	35	55,55	53,73	83,51	46,5	65,4	50,3
9	11.00	952,85	37,5	60,7	51,41	89,75	50,5	70,2	60,6
10	11.30	999,02	40,1	65,95	53,36	98,68	54,6	80,4	76,2

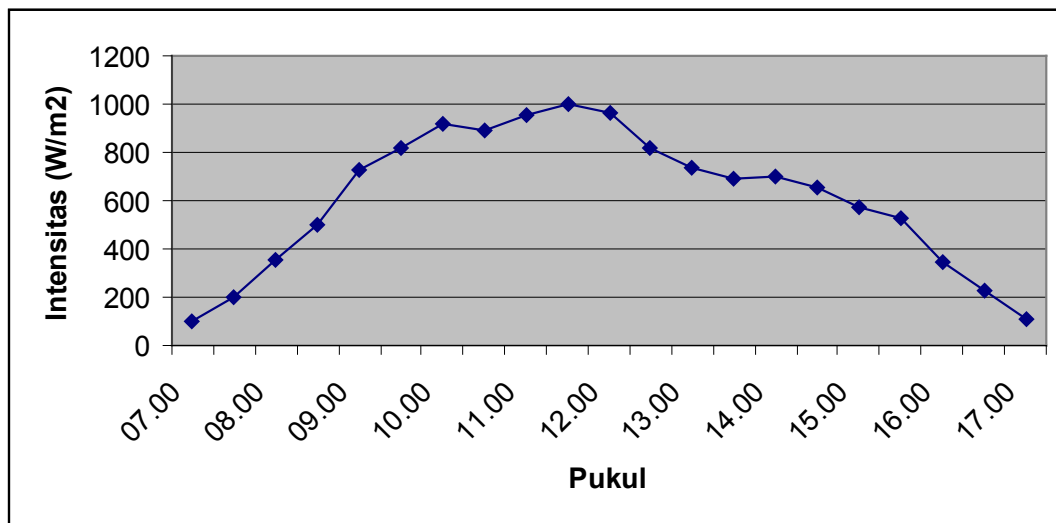
11	12.00	966,73	42,6	71,1	54,29	108,73	58,6	89,9	79,3
12	12.30	822,41	44,3	75,45	53,78	111,14	61,8	90	79,1
13	13.00	737,32	46,5	80,3	51,02	110,58	65,5	86,2	80,9
14	13.30	691,21	48,7	85,15	49,7	109,32	69,2	85,3	78,6
15	14.00	700,42	51,4	90,5	49,22	108,58	73,4	83,9	79,7
16	14.30	654,32	52,6	94,35	49,46	106,58	76,1	82,8	79,9
17	15.00	576,23	54,5	98,9	49,95	105	79,5	80,1	80
18	15.30	523,52	55,5	102,55	50,68	104,73	82	79,2	77,7
19	16.00	342,45	57,4	107,1	48,97	104,4	85,4	78,8	76,3
20	16.30	226,15	57,5	109,85	47,51	102,45	87	79,7	75,8
21	17.00	108,22	57,6	112,6	46,04	101,71	88,6	82,1	80

Dari hasil distilasi etanol dengan kolektor surya plat datar, peningkatan kadar alkohol dari spesimen sebelum dan sesudah distilasi dapat dilihat seperti pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kadar alkohol sebelum dan sesudah distilasi ( % )

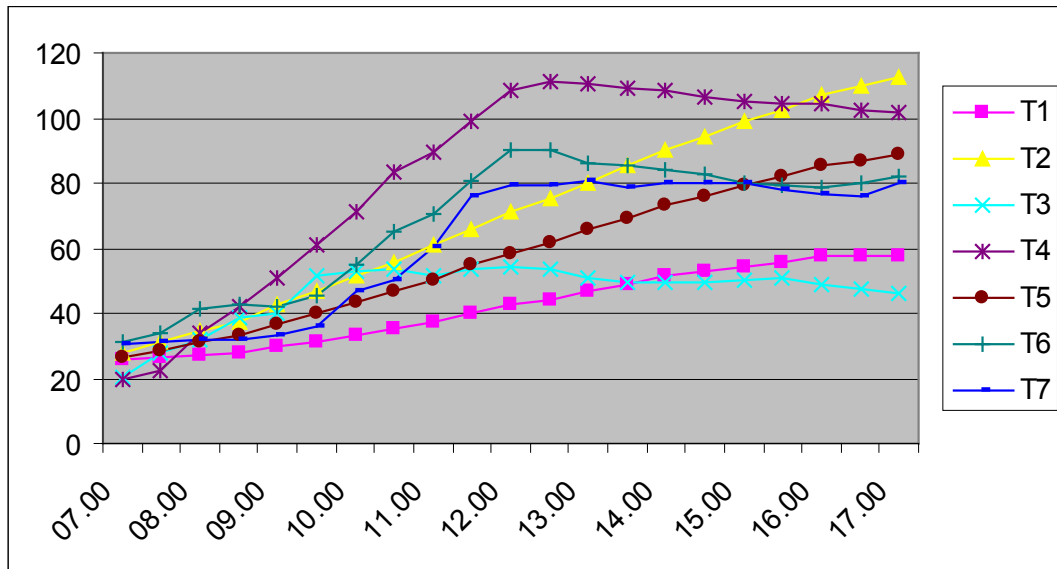
No.	Spesimen	Sebelum	Sesudah
1.	Spesimen 1	8	30
2.	Spesimen 2	7	33
3.	Spesimen 3	10	35
4.	Spesimen 4	9	31
5.	Spesimen 5	8	34
Rata-rata		8,4	32,6

Dari tabel 1 dapat diplot pada grafik hubungan intensitas sinar matahari dan waktu sebagai berikut.



Gambar 5. Intensitas sinar matahari sebagai fungsi waktu

Dari gambar 5. diketahui bahwa intensitas sinar matahari mulai naik pada pukul 08.30 dan mencapai puncaknya pada pukul 11.30 – 12.30 dengan intensitas  $\pm 900$  W/m<sup>2</sup>. Setelah pukul 13.00 intensitas terus menurun sampai dengan pukul 17.00. Dari nilai intensitas dan durasi pemanasan energi yang didapat diharapkan cukup memadai untuk proses distilasi etanol dengan kolektor surya plat datar.



Gambar 6. Data harian temperatur pada posisi tertentu pada kolektor

Sedangkan dari gambar 6. diketahui bahwa proses distilasi bisa berjalan dengan melihat bahwa temperatur tangki penguap (T5) dapat mencapai 78°C – 80°C. Temperatur ini tercapai pada pukul 14.30. Hal ini ini tergantung pada volume atau berat fluida yang dipanaskan dalam tangki. Semakin sedikit volume fluida maka akan semakin cepat temperatur penguapan tercapai.

## KESIMPULAN

- Kolektor surya plat datar dapat digunakan sebagai alat distilasi etanol dengan memanfaatkan sinar matahari.
- Etanol hasil distilasi masih perlu proses distilasi lebih lanjut untuk mendapatkan kadar alkohol yang lebih tinggi

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdu Fadli Assomadi, SSi.,MT., Fajrin Nil Lathif, *Model Alat Desalinasi dengan Evaporasi dan Kondensasi Menjadi Satu Sistem Ruang*, Environmental Engineering of Civil Engineering and Planning - Institute of Technology Sepuluh Nopember Surabaya
- Anil K. Rajvanshi, 2008, *Distillation of Ethyl Alcohol from Fermented Sweet Sorghum Solution by Solar Energy*, Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI), PHALTAN-415523, Maharashtra, India
- Auliya Burhanuddin, 2005, *Karakteristik Kolektor Surya Plat Datar Dengan Variasi Jarak Penutup dan Sudut Kemiringan Kolektor*, Jurusan Fisika FMIPA UNS.
- Duffie, J.A. and Beckman, W.A.: *Solar Engineering of Thermal Processes Third Edition*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2006.

- GR Hartwig and AB Sebitosi, 2009, ***DESIGN OF A SOLAR POWERED DESALINATION SYSTEM FOR USE IN SOUTH AFRICA***, University of Stellenbosch, Matieland, South Africa.
- M. A. Islam, M. A. R. Khan and M. A. R. Sarkar, 2005, ***Performance of a Two-Phase Solar Collector in Water Heating***, Department of Mechanical engineering Bangladesh University of Engineering and Technology Dhaka-1000, Bangladesh
- O.O. Badran, H.A. Al-Tahaineh, 2005, ***The Effect of Coupling a Flat-Plate Collector on the Solar Still Productivity***, Faculty of Engineering Technology, Mechanical Engineering Department, Al-Balqa' Applied University, PO BOX 331006, Amman 11134, Jordan.
- Pönar İlker ALKAN, 2008, ***Theoretical and Experimental Investigations on Solar Distillation of İYTE Gülbahçe Campus Area Seawater***, İzmir Institute of Technology İzmir, Turkey.



# PENGARUH PARTIKEL SERBUK KAYU JATI PADA MATERIAL KOMPOSIT DENGAN Matrik RESIN POLYESTER TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN DAYA SERAP AIR

Sutrisno<sup>1)</sup>, Sutomo<sup>2)</sup>, Mustafa<sup>3)</sup>, Sigit Budhi Prasetyo<sup>4)</sup>

<sup>1),2),3)</sup> Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Merdeka Madiun

<sup>4)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Merdeka Madiun

## Abstract

Sawdust used in the manufacture of composite powders are teak comes from sawmill waste. Disaggregated teak wood powder is still good or new still and dry. Then in the sieve to obtain a powder size of 40 mesh. Sawdust in this composite function as filler that is expected to improve the properties of composite. Manufacture of composites by hand lay-up method performed in the laboratory of Mechanical Engineering University Merdeka Madiun. his experiment is testing the bending and water absorption. The composition of the fraction used is teak wood powder volume fraction, namely: 10%, 20%, 30% and 40%.

From the test results obtained price largest bending strength to the composite was 50.96 N / mm<sup>2</sup> at 10% volume fraction, and the smallest bending strength was 34.44 N / mm<sup>2</sup> at 40%. Increased content of teak wood dust causes the surface area of the interface bonding that occurs between matrix and filler becomes more. Percentage of water absorption increased along with increasing volume fraction. The percentage amount of water absorption on the composite was 3.14% in a volume fraction of 40%, and the smallest percentage of water absorption was 1.00% at 10%. The percentage amount of water absorption increased sharply in percentage volume fraction of 30% and 40%. Increased content of teak wood powder made of composite structure becomes so dense that water easily fit into the composite structure. The water absorption sawdust greater than polyester so that an increase in the content of teak wood dust causes the percentage of water absorbed into much more. From the test results obtained price largest bending strength to the composite was 50.96 N / mm<sup>2</sup> at 10% volume fraction, and the smallest bending strength was 34.44 N / mm<sup>2</sup> at 40%. Increased content of teak wood dust causes the surface area of the interface bonding that occurs between matrix and filler becomes more. Percentage of water absorption increased along with increasing volume fraction. The percentage amount of water absorption on the composite was 3.14% in a volume fraction of 40%, and the smallest percentage of water absorption was 1.00% at 10%. The percentage amount of water absorption increased sharply in percentage volume fraction of 30% and 40%. Increased content of teak wood powder made of composite structure becomes

so dense that water easily fit into the composite structure. The basically the water absorption sawdust greater than polyester so that an increase in the content of teak wood dust causes the percentage of water absorbed into much more.

**Keywords:** *teak wood powder, bending, water absorption, unsaturated polyester*

## PENDAHULUAN

Penggunaan bahan komposit sebagai pengganti logam dalam bidang rekayasa semakin luas, tidak hanya dalam bidang transportasi tapi juga merambah dalam bidang lain seperti properti, arsitektur dan lain-lain. Berbagai keuntungan penggunaan komposit semakin dirasakan oleh industri dan masyarakat. Sifat material komposit misalnya, ringan, tahan korosi, dan tanpa proses pemesinan. Masalah yang sering timbul dengan perkembangan teknologi saat ini adalah terbatasnya ketersediaan sumber alam yang tidak dapat diperbarui seperti minyak bumi, batu bara dan lain-lain. Salah satu pemecahan masalah adalah dengan menerapkan material komposit hasil perpaduan dengan hasil alam seperti serat, serbuk kayu (Diharjo, 2005).

Perkembangan teknologi dibidang komposit telah menghasilkan produk komposit dengan serbuk kayu sebagai penguat. Data departemen kehutanan dan perkebunan tahun 1999/2000 menunjukkan bahwa kayu lapis Indonesia mencapai 4,61 juta m<sup>3</sup> sedang kayu gergajian mencapai 2,06 juta m<sup>3</sup>. Dengan asumsi limbah kayu yang dihasilkan mencapai lebih dari 5 juta m<sup>3</sup>. Limbah kayu berupa potongan log atau sebetan telah dimanfaatkan sebagai inti papan blok dan bahan baku partikel. Tapi limbah berupa serbuk gergaji pemanfaatannya masih belum optimal. Untuk industri besar dan terpadu limbah kayu gergajian sudah dimanfaatkan menjadi bentuk briket arang dan arang aktif dan dijual secara komersial. Tapi untuk industri penggergajian kayu industri kecil yang jumlahnya ribuan unit dan tersebar di pedesaan, limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Bahan-bahan alam tersebut sangat potensial untuk direkayasa menjadi produk-produk teknologi yang ramah lingkungan, seperti panel rumah hunian, *panel car body* otomotif, papan tulis, vas bunga, papan skyboard, bumper mobil dan masih banyak lagi. Uraian tersebut diatas menunjukkan bahwa ketersediaan limbah kayu jati dalam jumlah banyak perlu dikembangkan penggunaannya menjadi produk rekayasa yang lebih bermanfaat.

Komposit biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk- bentuk lainnya yang memiliki sumbu hampir sama, yang kerap disebut partikel, dan bisa dibuat dari satu atau lebih material yang dibenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam maupun non logam, seperti halnya matriks. Selain itu ada pula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (Jones, 1975). Karakteristik dan sifat komposit dipengaruhi oleh material- material yang menyusunnya. Dalam hal ini susunan struktur dan interaksi antar unsur-unsur penyusun komposit yaitu serbuk dan matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan ikatan antarmuka. Kekuatan ikatan antar muka yang optimal antara matrik dan serbuk merupakan aspek yang penting dalam penunjukan sifat-sifat mekanik komposit.

Partikelnya bisa logam maupun non logam, seperti halnya matriks. Selain itu ada pula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (Jones, 1975). Munculnya isu permasalahan limbah non organik serat sintetis yang semakin bertambah mampu mendorong perubahan trend teknologi komposit menuju natural komposit yang ramah lingkungan. Serbuk alam mencoba menggeser serat sintetis, seperti E-Glass, Kevlar-49, Carbon/Graphite, Silicone carbide, Alumunium Oxide, dan Boron. Salah satu jenis serbuk alam yang tersedia secara melimpah adalah serbuk kayu jati. Keuntungan penggunaan komposit antara lain ringan, tahan korosi, tahan air, performance-nya menarik, dan tanpa proses pemesinan. Beban kontruksi juga menjadi lebih ringan. Harga produk komponen yang dibuat dari komposit *glass fibre reinforced* (GFPR) dapat turun hingga 60%, dibanding produk logam (Abdullah dan Hndiko, 2000).

Polimer merupakan senyawa kimia yang mempunyai massa molekul sangat tinggi dan tersusun dari unit ulangan sederhana yang tergabung melalui proses polimerisasi. Kata polimer berasal dari bahasa Yunani *polus* yang berarti banyak dan *meros* yang berarti bagian, yang mana menunjuk pada struktur polimer yang tersusun atas unit ulangan. Polimer merupakan molekul raksasa (makromolekul) yang merupakan gabungan dari monomer- monomer. Polimer mempunyai massa molekul relatif yang sangat besar, yaitu sekitar 500-10.000 kali berat molekul unit ulangnya. Penggolongan polimer berdasarkan asalnya: 1). Polimer alam: yang berada di alam dan berasal dari makhluk hidup, 2). Polimer sintetis/ buatan: polimer yang tidak terdapat di alam dan harus dibuat terlebih dahulu oleh manusia.

Merupakan molekul besar yang terbentuk dari molekul-molekul kecil yang terangkai secara berulang. Molekul- molekul kecil penyusun polimer disebut monomer. Reaksi pembentukan polimer disebut reaksi polimerisasi. Polimer juga merupakan bahan yang penting dalam pembuatan komposit. Polimer berfungsi sebagai matriks yang berfungsi mengikat penguat yang digunakan pada komposit. Beberapa contoh bahan polimer yaitu resin *phenolformaldehyde*, *urea formaldehyde*, polyester, epoksi dan lainnya. Pada umumnya polimer memiliki sifat yang menguntungkan karena massa jenisnya kecil, mudah dibentuk, tahan karat (Hyer, 1998). Akan tetapi polimer mempunyai kekurangan seperti kekakuan dan kekuatan rendah. Oleh karena itu agar diperoleh komposit yang lebih baik, maka polimer tersebut dipadukan dengan bahan yang lain yang berfungsi sebagai bahan penguat seperti: serat (*fiber*), partikel (*particulate*), lapisan (*lamina*) dan serpihan (*flakes*).

### **Resin *Unsaturated Polyester* (UP)**

Resin atau disebut Matriks berguna untuk mengikat serbuk dengan baik dari sifat kohesif dan adesifnya guna memindahkan beban dari dan antara serbuk itu sendiri. Bahan matrik dalam komposit serbuk dapat diklasifikasikan sebagai polimer, logam dan keramik. Polimer yang berguna pada komposit serbuk dengan performansi tinggi adalah *thermosetting resin*. Sedangkan termoplastik polimer, meskipun lebih rendah tingkatannya, dapat menaikkan tingkat keyakinan dalam aplikasi komposit dimasa akan datang. Sifat yang dibutuhkan sebagai bahan matriks berbeda dengan serbuk, serbuk harus berfungsi sebagai pendukung utama beban dalam komposit. Sedangkan matrik biasanya mempunyai kekuatan modulus yang lebih rendah. Performansi matriks dipengaruhi oleh: konstanta elastisitas, kekuatan yield dan kekuatan dibawah

beban tarik, tekan dan geser, stabilitas panas dan oksidasi serta ketahanan terhadap agresivitas cairan atau uap.

*Unsaturated Polyester* merupakan jenis resin *thermoset*. Karena berupa resin cair dengan viskositas yang relatif rendah, *polyester* mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin lainnya. Sifat resin ini adalah kaku dan rapuh. Mengenai sifat termalnya karena banyak mengandung *monomer stiren*, maka suhu *deformasi thermal* lebih rendah daripada resin *thermoset* lainnya dan ketahanan panas jangka panjangnya adalah kira-kira 110 °C - 140 °C. Ketahanan dingin resin *polyester* relatif cukup baik. Resin *polyester* juga mempunyai sifat kelistrikan yang lebih baik diantara resin *thermoset* (Wicaksono, 2006). Resin polyester bisa juga disebut resin polyester tak jenuh. Karena berupa resin cairan berupa resin cairan dengan viskositas yang lebih rendah, mengeras dengan temperatur kamar dengan menggunakan katalis (*hardener*) tanpa menghasilkan gas sewaktu pengerasan, maka tidak perlu diberikan tekanan untuk pencetakan. Resin merupakan matriks yang paling banyak dipergunakan pada saat ini. Resin ini dipergunakan pada aplikasi industri, komersial, transportasi bahkan pada resistan kimia dari reaktor, pintu truk dan sebagainya. Resin polyester merupakan mikromolekul yang dihasilkan dari asam dasar atau anhydrides dengan *dihydric alcohol*.

#### Serbuk kayu Jati

Serbuk kayu yang dipakai dalam pembuatan komposit ini adalah serbuk kayu jati yang berasal dari limbah penggergajian. Serbuk kayu jati dipilah yang masih bagus atau masih baru dan kering. Kemudian di ayak agar diperoleh ukuran serbuk 40 mesh. Serbuk kayu dalam komposit ini berfungsi sebagai filler sehingga diharapkan dapat meningkatkan properties komposit.



Gambar. 1. Serbuk Kayu Jati

#### **Water-absorbtion**

*Water-absorbtion* dalam komposit merupakan kemampuan komposit dalam menyerap uap air dalam waktu tertentu. *Water-absorbtion* pada komposit merupakan salah satu masalah terutama dalam penggunaan komposit diluar ruangan. Semua komposit polimer akan menyerap air jika berada diudara lembab atau ketika polimer tersebut dicelupkan didalam air. *Water-absorbtion* pada komposit berpenguat serat atau serbuk alami memiliki beberapa pengaruh yang merugikan dalam propertiesnya dan memepengaruhi kemampuannya dalam jangka waktu yang lama juga penurunan secara perlahan dari ikatan *interface* komposit serta menurunkan sifat mekanis komposit seperti kekuatan tariknya. Penurunan kekuatan *interface* komposit menyebabkan penurunan *properties* mekanis komposit tersebut. Karena itu pengaruh dari

*Water-absorbtion* sangat vital untuk penggunaan komposit berpenguat serat atau serbuk alami dilingkungan terbuka. Pengujian ini menggunakan alat digital *wood moisture contain*. Pengujian ini menggunakan dua fungsi utama yaitu (standart ASTM D 570-98):

## METODE PENELITIAN

### Tempat:

Pembuatan komposit dengan metode *hand lay-up* dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Merdeka Madiun, pengujian Bending dan Serap air dilakukan di laboratorium Uji Material Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

### Bahan uji:

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Serbuk kayu jati ukuran mesh 40.
2. Resin *polyester*.

Matrik yang digunakan pada penelitian ini tipe 268.

3. Katalis.

Katalis yang digunakan memiliki senyawa MEKPO (*Metyl Eton Peroksida*), yang berfungsi untuk mempercepat pengerasan resin.

4. Mirror Glaze.

Yang berfungsi Sebagai pelapis cetakan fiber agar cetakan dan resin tidak melekat.

### Variabel penelitian

Komposisi bahan komposit spesimen Tabel 3.1 Komposisi bahan komposit

Tabel 1. Variasi komposisi

No	Bahan	Prosentase			
1	Resin	90%	80%	70%	60%
2	Serbuk kayu	10 %	20%	30%	40%

### Uji Bending

Standart uji bending yang digunakan ASTM (*America society of technical and Matherial*) D-790 (*standart Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Elektrical Insulating materials*).

### Uji Serap Air

Serapan air adalah presentasi berat air yang mampu diserap oleh suatu material jika direndam dalam air. Uji serap air selama 24 jam menentukan sifat dimensi komposit terhadap serapan air. Standart uji serap air yang digunakan ASTM (*America society of technical and Matherial*) D 570.

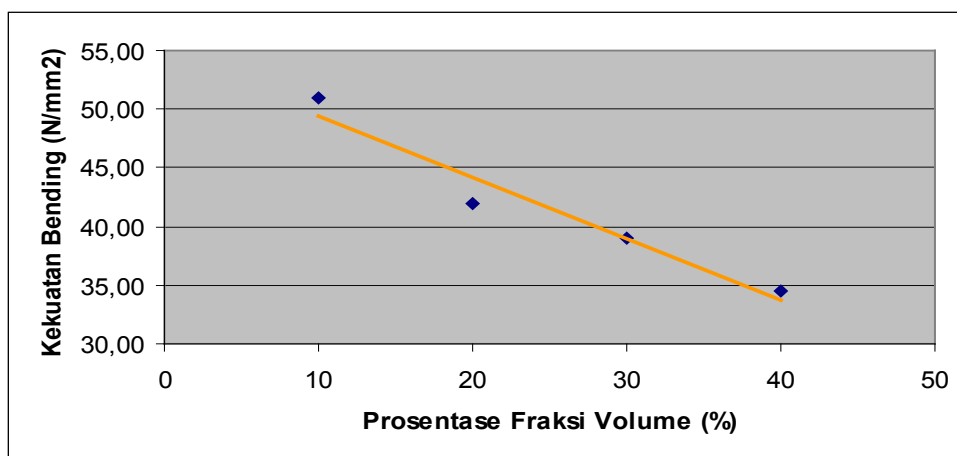
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui kekuatan *bending* dan serap air komposit serbuk kayu jati dengan matrik polyester. Pengujian yang dilakukan

adalah uji kekuatan lentur/*bending* dan uji serapan air. Variasi yang digunakan untuk uji sifat fisik dan kekuatan *lentur* adalah variasi prosentase fraksi volume serbuk. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah kekuatan lentur/*bending* dan serapan air.

Tabel.2. Kekuatan Bending

Fraksi Volume Serbuk Kayu Jati	Tegangan (N/mm <sup>2</sup> )
10%	50,95
20%	41,98
30%	39,07
40%	34,44



Gambar.2. Hubungan prosentase fraksi volume dengan kekuatan bending

Grafik pada gambar 1. dapat diketahui bahwa kekuatan bending semakin menurun seiring dengan meningkatnya fraksi volume. Harga kekuatan bending terbesar pada komposit adalah 50,96 N/mm<sup>2</sup> pada fraksi volume 10%, dan kekuatan bending terkecil adalah 34,44 N/mm<sup>2</sup> pada 40%. Peningkatan kandungan serbuk kayu jati menyebabkan luasan permukaan ikatan antarmuka yang terjadi antara matrik dan *filler* menjadi lebih banyak. Padahal ikatan antar muka antara matrik dan filler lebih lemah dibanding ikatan kohesif matrik itu sendiri. Ikatan antara matrik dan *filler* yang lemah dan semakin banyak akan menyebabkan komposit tidak mampu menerima pembebanan yang tinggi sehingga kekuatan *bending* komposit semakin menurun seiring bertambahnya kandungan serbuk kayu jati.

Penelitian terdahulu oleh Gapsari (2010) untuk komposit serbuk kayu mahoni dengan matrik resin polester didapatkan kekuatan bending terbesar adalah 45,67 N/mm<sup>2</sup> (30% fraksi volume), dan kekuatan bending terkecil adalah 32,12 N/mm<sup>2</sup> (15% fraksi volume). Siswanto (2011) meneliti mengenai komposit serbuk genteng dengan matrik resin polyester pada ukuran 40-60 mesh dengan hasil kekuatan bending terbesar adalah 54,44 N/mm<sup>2</sup> (30% fraksi volume), dan kekuatan bending terkecil adalah 43,39 N/mm<sup>2</sup> (50% fraksi volume). Rianto (2011) meneliti mengenai komposit serbuk kayu dan ampas tebu dengan matrik resin polyester dengan hasil kekuatan bending terbesar adalah 46,19 N/mm<sup>2</sup> (20% fraksi volume), dan kekuatan bending terkecil adalah 34,41 N/mm<sup>2</sup> (10% fraksi volume).

## Perhitungan Prosentase Serap Air

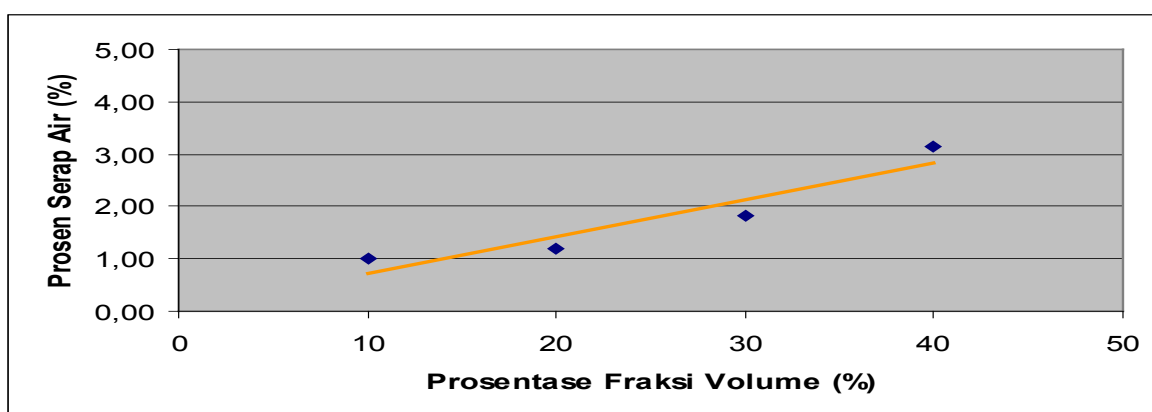
Perhitungan prosentase penyerapan air dilakukan sebagai berikut (ASTM D 570) :

$$\% \text{ Serap Air} = \frac{\text{Berat akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Untuk contoh hitungan diambil data dari specimen 1a – 1d prosentase 10%, dengan data sebagai berikut :

Tabel. 3. Prosentase Serap air

Fraksi Volume Serbuk Kayu Jati	Prosentase serap air (%)
10%	1,00
20%	1,18
30%	1,82
40%	3,14



Gambar.2. Hubungan prosentase fraksi volume dengan serap air

Dari grafik pada gambar 2. dapat diketahui bahwa prosentase serap air semakin meningkat seiring dengan meningkatnya fraksi volume. Harga prosentase serap air terbesar pada komposit adalah 3,14% pada fraksi volume 40%, dan prosentase serap air terkecil adalah 1,00 % pada 10 %. Harga prosentase serap air meningkat tajam pada prosentase fraksi volume 30 % dan 40%. Peningkatan kandungan serbuk kayu jati membuat struktur komposit menjadi tidak begitu rapat sehingga air mudah masuk kedalam struktur komposit. Pada dasarnya daya serap air serbuk kayu lebih besar dari polyester sehingga peningkatan kandungan serbuk kayu jati menyebabkan prosentase air yang terserap menjadi lebih banyak.

Dari penelitian terdahulu oleh Sijabat (2013) untuk komposit serbuk tempurung kelapa dengan matrik polyester didapatkan serapan air terbesar adalah 4,30 % (20% fraksi volume, mesh 70), dan serapan air terkecil adalah 3,85% (20% Fraksi volume, mesh 100).

Penelitian oleh Mufidun (2016) untuk komposit serbuk cangkang kerang simping pada ukuran  $\pm 30$  mesh dengan matrik polyester didapatkan serapan air terbesar adalah 5,14 % (60% fraksi volume), dan serapan air terkecil adalah 0,70 % (20% fraksi volume).

Secara keseluruhan dari hasil perhitungan kekuatan bending dan prosentase serap air dapat diketahui bahwa pengaruh penambahan prosentase fraksi volume terhadap kekuatan bending dan serap air berbanding terbalik. Semakin besar prosentase fraksi volume semakin besar prosentase serap air tetapi kekuatan bending semakin menurun. Sehingga komposisi

yang menghasilkan kekuatan bending terbaik adalah pada prosentase fraksi volume antara 20 % - 30 %. Jika diinginkan hasil rata-rata maka dapat diambil nilai tengah yaitu pada nilai fraksi volume 25 %.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa pada bab terdahulu dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh peningkatan fraksi volume serbuk kayu jati pada komposit terhadap prosentase penyerapan air adalah berbanding lurus, dengan peningkatan fraksi volume maka prosentase penyerapan air juga semakin meningkat
2. Pengaruh peningkatan fraksi volume serbuk kayu jati pada komposit terhadap kekuatan bending adalah berbanding terbalik, dengan semakin meningkatnya fraksi volume maka kekuatan bending semakin menurun.
3. Komposisi yang menghasilkan kekuatan bending terbesar adalah pada fraksi volume 10% dan kekuatan bending terkecil pada fraksi volume 40%, sedangkan komposisi yang menghasilkan prosentase penyerapan air terbesar adalah pada fraksi volume 40% dan prosentase penyerapan air terkecil pada fraksi volume 10%.

### Saran

Dari hasil proses pencetakan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya :

1. Pada proses pembuatan spesimen komposit hendaknya partikel diaduk secara merata dengan matrik agar menghasilkan cetakkan komposit yang tebalnya sama dalam satu bidang.
2. Meminimalkan keberadaan rongga udara (void) pada komposit yang akan dibuat sehingga akan menaikkan kekuatan komposit dengan menggunakan alat tekan yang lebih baik.
3. Dalam melakukan pembuatan benda uji hendaknya memakai alat pengaman, karena bahan benda uji merupakan bahan kimia.
4. Dalam melakukan pengujian hendaknya dilakukan sendiri agar kita mengetahui proses pengujian tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Mufidun, 2016, *Pengaruh variasi Komposisi dan Ukuran Filler Serbuk Cangkang Kerang Sipping Pada Matrik Polyester Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit*, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Abdullah, S., Handiko, M., 2000, *A Review of Interface Modification and Characterization of Natural Fiber Reinforced Plastic Composites*. Polymer Engineering and science, Vol 41, pp. 1471 – 1486.
- Ahmad Mufidun, 2016, *Pengaruh variasi Komposisi dan Ukuran Filler Serbuk Cangkang Kerang Sipping Pada Matrik Polyester Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit*, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.



- ASTM,1997,ASTM D790 *Flexural Properties*.
- Diharjo, K., Masykuri M., Legowo B. Dan Abdullah G., 2005 – 2007, *Rekayasa dan Manufaktur Bahan Komposit Sandwich Berpenguat Serat Kenaf dengan Core Limbah Kayu Sengon Laut Untuk Komponen Gerbong Kereta Api*, Laporan Penelitian, Hibah Bersaing XIII, Dikti, Jakarta
- Falma Irawati Sijabat, Jenmoriso Saragih, Halimatuddahlia, 2013, *Pengaruh Ukuran Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Pengisi Komposit Polyester tak Jenuh Terhadap Sifat Mekanik dan penyerapan Air*, Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 2, No. 4, Universitas Sumatera Utara
- Femiana Gapsari, Putu Hadi Setyarini, 2010, *Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Resin Berpenguat Serbuk Kayu*, Jurnal Rekayasa Mesin Vol.1, No. 2, Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang.
- Gibson, Ronald F., 1994, *Principle of Composite Material Mechanics*, Mc Graw Hill, Inc., New York.
- Hyer, M. P., 1998, *Principles of Polymer Engineering*, 2nd Ed., Oxford University Press, New York.
- Jones, Robert M., 1975, *Mechanical Of Composite Material*, Mc.Graw-Hill KOGA KUSHA, LTD, Tokyo.
- Peter, T. B., 2002, *Engineering Properties of carbides*, *Engineered Material Hand Book*, Vol. 4, *Ceramics and Glasses*, Heather, L. F. And Nikki, W. D., Ed., The Material Information Society.
- Siswanto, Kuncoro Diharjo, 2011, *Pengaruh Fraksi Volume dan Ukuran Partikel Komposit Polyester Resin Berpenguat Partikel Genting Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending*, POLITEKNOSAINS Vol. X, No. 2.
- Yanu Rianto, 2011, *Pengaruh Komposisi Campuran Filler Terhadap Kekuatan Bending Komposit Ampas Tebu-Serbuk Kayu Dalam Matrik Polyester*, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Wicaksono, B., 2006, *Pengaruh Variasi Serbuk Kayu sebagai Filler Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polyester*, FMIPA UNSYIAH.

# MODEL SINGKRONISASI LAMPU LALU LINTAS DENGAN PERLINTASAN KERETA API

Tomi Tristono<sup>1)</sup>, Setiyo Daru Cahyono<sup>2)</sup>, Sutomo<sup>3)</sup>, Pradityo Utomo<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup>Dosen Fakultas Teknik – Universitas Merdeka Madiun

tomitristono@unmer-madiun.ac.id, cahyono.ds@gmail.com, sutomo\_26@yahoo.com,  
pradityou@gmail.com

## Abstract

*Traffic lights have an important role as the system control of traffic flow on the urban network. Commonly, in most countries still using fixed time strategy. Our research studies the traffic lights installed in the urban network of an intersection that has four arms. There is a train track cut across the southern arm. At this time, we introduced a new model design of an interruptive traffic light. The model is the synchronization between the traffic lights to the train doorstop. The modeling using timeless Petri net and analyzed by: 1. invariant. 2. Occurrence Graph, and 3. Simulation. Schedules traffic lights interrupted namely: 1. The green signal to vehicles coming from the east arm, and red signals for the north and south arms traffic when a train is passing. 2. The green signal for the vehicle of the north and south arms after the train passed completely, and the train doorstop reopened. Based on this study, the interruptive schedule give positive results and can resolve faster the congestion problem.*

**Keywords:** *traffic lights, synchronization, Petri net, intersection, train doorstop.*

## PENDAHULUAN

Peran pokok lampu lalu lintas adalah sebagai sistem pengaturan arus transportasi di jaringan perkotaan. Pada sistem tersebut paling tidak terintegrasi dua alasan utama yaitu perencanaan keamanan dan efisiensi sebuah perjalanan [1]. Lampu lalu lintas berfungsi untuk mengelola konflik arus kendaraan yang saling bertentangan pada sebuah simpang untuk berbagi ruang jalan secara adil. Lampu lalu lintas harus mampu mengatur jadwal perjalanan yang tepat untuk sekelompok arus kendaraan yang datang dari arah yang berbeda pada pergerakan lalu lintas dengan interval waktu yang tak sama [2].

Sistem sinyal berdasarkan strategi waktu yang diterapkan diklasifikasikan dalam dua kelompok utama [3]: 1. Strategi waktu tetap (*Fixed time Strategy*) dan, 2. Strategi lampu lalu lintas responsif yang berdasar data aktual (*Traffic responsive strategy*). Strategi waktu tetap bekerja berdasarkan pada data historis. Cara ini adalah implementasi dari sistem sinyal yang paling sederhana. Pengaturan ini berasumsi bahwa volume kendaraan yang melintas senantiasa konstan. Pada strategi ini tidak dapat dipengaruhi oleh keadaan khusus ataupun perubahan kondisi

cuaca yang terjadi secara tidak terencana. Sedangkan strategi lampu lalu lintas responsif adalah sistem *real time* yang menggunakan detektor untuk mengukur data aktual volume kendaraan pelintas [4].

Simpang yang diteliti terdiri dari empat lengan dengan kondisi geometrik datar dan lalu lintas kendaraan bergerak pada sisi kiri. Terdapat juga perlintasan kereta api memotong lengan selatan. Kehadiran kereta yang api yang melintas di lengan selatan dari simpang akan muncul sebagai hambatan pergerakan lalu lintas [5]. Pada keadaan ini maka kendaraan dari selatan-utara, timur belok ke selatan harus berhenti sampai kereta selesai melintas dan palang pintunya dibuka kembali. Mereka harus tetap berhenti meskipun lampu lalu lintas selatan-utara sedang menyala hijau. Sampai saat ini sistem kontrol lampu lalu lintas masih terpisah dari kontrol palang pintu kereta api.

Tujuan studi ini yaitu untuk memperkenalkan desain model baru lampu lalu lintas yaitu model lampu lalu lintas *interruptive*. Model ini merupakan sinkronisasi antara lampu lalu lintas dan palang pintu kereta api. Disain lampu lalu lintas dari selatan-utara, timur belok selatan harus menyala merah ketika kereta sedang melintasi lengan selatan. Sedangkan lampu lalu lintas di lengan timur diubah menjadi menyala hijau yang mempunyai durasi waktu perpanjangan sampai kereta selesai melintas. Karakteristik disain lampu lalu lintas *interruptive* ini relatif berbeda bila dibandingkan dengan lampu lalu lintas *adaptive* lain seperti yang telah banyak dikaji para peneliti.

Perilaku lampu lalu lintas dapat dimodelkan oleh Sistem Kejadian Diskrit (DES/ *Discrete Events System*). Sistem ini dapat merumuskan urutan peristiwa terjadi pada jangka waktu tertentu [6]. DES dapat menyajikan hubungan antara lingkungan, konflik sumber daya dan terjadinya sebuah aktifitas. Kami menggunakan Petri Net sebagai salah satu perwujudan dari DES untuk membuat desain urutan kejadian pada lampu lalu lintas. Model DES yang digunakan tak dilengkapi waktu dan disebut dengan PN (*Petri Net*) saja. PN cocok untuk membuat model sistem lampu lalu lintas karena dapat menawarkan representasi dari situasi konflik, berbagi sumber daya, sinkronisasi dan asinkronisasi, dan berbagai kendala yang mesti diprioritaskan terlebih dahulu [4].

## DEFINISI FORMAL DAN PROPERTY PETRI NET

Petri Net (PN) telah terbukti menjadi teknik yang baik untuk memecahkan berbagai jenis masalah yang sulit terkait dengan pemodelan, analisis formal, desain dan kontrol koordinasi sistem kejadian diskrit [7]. Keuntungan utama dari model Petri net diantaranya dapat digunakan untuk menganalisa sifat, perilaku dan evaluasi kinerja [8], [9].

Petri net dasar adalah graf berarah, berbobot, graf bipartit yang terdiri dari unsur-unsur empat-pasang yaitu *place*, transisi, busur/ *arc* dan token [6]. *Place* disajikan dengan gambar lingkaran dan transisi oleh kotak. Definisi formal struktur jaringan Petri [4] adalah sebagai berikut:

**Definisi 1.** Sebuah struktur Petri *net* adalah empat-pasang element  $N=(P, T, Pre, Post)$ .

$P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_n\}$  himpunan berhingga dari *place*,  $P \neq \emptyset$ .

$T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_m\}$  adalah himpunan berhingga dari transisi,  $T \neq \emptyset$ .

$Pre:(PxT) \rightarrow N_+$  adalah fungsi *input* yang didefinisikan dengan arah panah dari *places* ke transisi,

$Post:(TxP) \rightarrow N_+$  adalah fungsi *output* yang didefinisikan dengan arah panah dari transisi ke *place* dan  $N_+$  bilangan bulat non negatif.

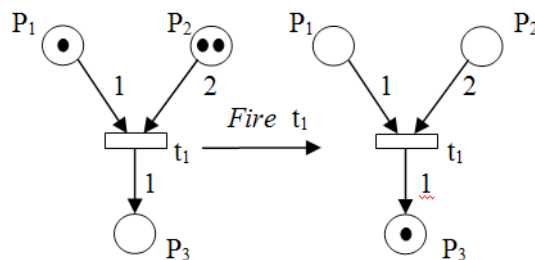
Gambar. 1 adalah representasi dari jaringan Petri dan eksekusinya. *Place* awal adalah P1 dan P2. *Place* P1 memiliki dua token dan P2 memiliki satu token. Transisi t1 adalah *enable* untuk *fire*. Setelah *fire* transisi t1, token di *place* P1 dan *place* P2 dihapus, dan satu token disimpan di *place* P3 karena hal ini sesuai dengan bobot busur dari t1 ke P3 yaitu satu.

**Definisi 2.** Sebuah Petri net adalah  $PN = (N, M_0)$ , dimana PN adalah sebuah Petri net, dan  $M_0$  keadaan awal/ *initial state*.

Perilaku dinamis tersebut digambarkan oleh penandaan/ *Marking* dari  $M_0$  ke  $M_n$ , hal ini ditandai dengan *firing* sebuah transisi yang *enable*. Transisi  $t \in T$  adalah *enable* jika *place*  $p \in P$  sebagai sebuah busur *input* transisi  $t$  mempunyai setidaknya jumlah token sama dengan berat dari busur yang menghubungkan *place* P ke transisi  $t$  ( $M(p) \geq Pre(p,t)$ ) untuk  $p \in P$ .

Disain sebuah model mutlak harus benar. Definisi lain dari model yang benar ditunjukkan oleh seperangkat properti yang diinginkan. Hal ini memungkinkan para desainer untuk mengidentifikasi ada atau tidaknya beberapa properti fungsional tersebut [4]. Beberapa properti utama diantaranya adalah:

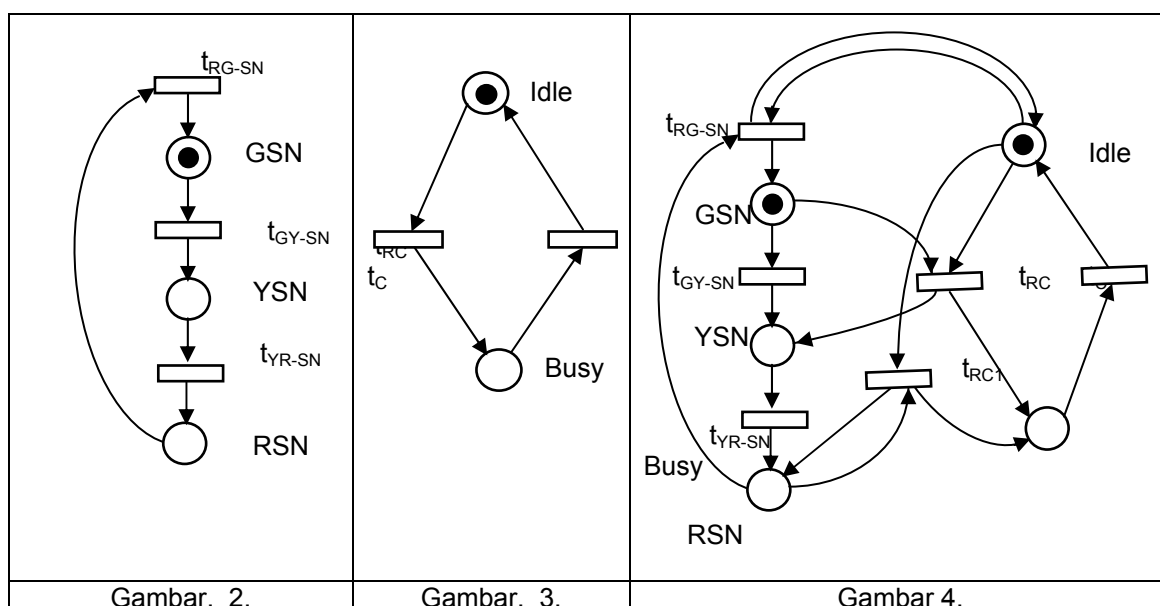
- a. **Reachability:** pada Petri Net, *fire* pada transisi akan menghasilkan urutan penandaan yang mungkin dicapai dengan perubahan distribusi token. Sebuah penandaan  $M_n$  dikatakan *reachable* dari penandaan  $M_0$  jika ada urutan *fire* yang mengubah dari  $M_0$  menuju  $M_n$ . Hal ini dinyatakan dengan  $M_n \in R(N, M_0)$ .
- b. **Reversibility:** Petri net yang *reversible* adalah bila terdapat kemungkinan untuk kembali lagi ke keadaan awal.
- c. **Boundedness:** sebuah Petri net  $(N, M_0)$  adalah *k-bounded* jika jumlah token di setiap *place* tidak akan melebihi k untuk setiap penandaan yang dapat dicapai dari  $M_0$ , k bilangan bulat positif.
- d. **Safeness:** Petri net  $(N, M_0)$  adalah *safe* jika *1-bounded* [7].
- e. **Liveness:** Petri net  $(N, M_0)$  adalah *live* jika untuk setiap penandaan M yang dapat dicapai (*reached*) dari  $M_0$ . *Liveness* pada sebuah Petri net merupakan jaminan untuk tidak akan terjadi *deadlock* [4].



Gambar. 1. Eksekusi sebuah Petri Net [4].

## MODEL PETRI NET

Model lampu lalu lintas di lengan selatan-utara dan sebaliknya disajikan pada Gambar. 2. Keadaan yang mungkin terjadi dimodelkan dengan *place* GSN (*Green South-North*), YSN (*Yellow South-North*), RSN (*Red South-North*), sedangkan transisi *red-green south-north* yaitu  $t_{RG-SN}$ , transisi *green-yellow south-north* yaitu  $t_{GY-SN}$ , dan transisi *yellow-red south-north* yaitu  $t_{YR-SN}$ . Terdapat pula 6 busur yaitu 3 pada fungsi *input* dan 3 fungsi *output* dari transisi. Bobot setiap busur pada model adalah satu dan hal ini tidak perlu ditulis. Sebuah token terdapat pada *place* GSN, artinya lampu hijau sedang menyala dan transisi  $t_{GY-SN}$  *enable*. *Fire* pada transisi  $t_{GY-SN}$  menunjukkan bahwa keberadaan sebuah token pada *place* GSN telah berlalu dan akan memindahkannya dari *place* GSN ke *place* YSN. Jika sebuah token ada pada *place* YSN maka artinya lampu kuning menyala. Transisi  $t_{YR-SN}$  menjadi *enable* untuk *fire* dan hal itu akan dilakukan jika YSN telah dinyatakan *full time*. Sebuah token akan berpindah ke *place* RSN dan lampu merah akan menyala. Selanjutnya, Petri net harus *reversible* atau dapat kembali lagi ke keadaan awal yaitu GSN.



Gambar 2. Model urutan penyalaaan lampu lalu lintas di lengan selatan – utara ketika Idle.

Gambar 3. Model palang pintu kereta api dengan *place* Idle (terbuka) dan busy (menutup)

Gambar 4. Penggabungan model lampu lalu lintas selatan – utara dengan palang pintu kereta api (tanpa *place* kontroler normal pada lampu lalu lintas, dan untuk *ready to come* serta *completed*).

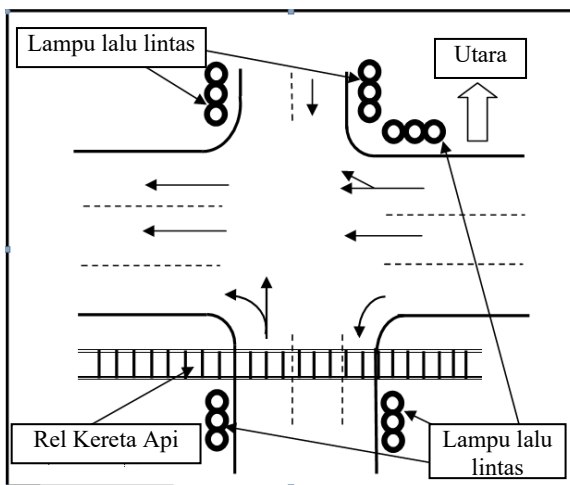
Model Palang Pintu Kereta Api mempunyai dua *place* saja, yaitu *idle*/ I atau *busy*/ B (palang pintu kereta api terbuka atau tertutup). Transisi  $t_{RC}$  (*ready to come*) dan  $t_{RC1}$  menyatakan kereta api segera datang dan palang pintunya siap untuk ditutup. Transisi  $t_{RC}$  (*ready to come*) *enable* jika kereta api datang saat lampu lalu lintas berada pada *state* hijau, sedangkan Transisi  $t_{RC1}$  *enable* jika palang pintu siap ditutup pada waktu lampu lalu lintas menyala merah. Transisi  $t_C$  (*complete*) menyatakan kereta api telah selesai melintas dan palang pintu siap dibuka.

# 1. ARUS LALU LINTAS KENDARAAN PADA SIMPANG

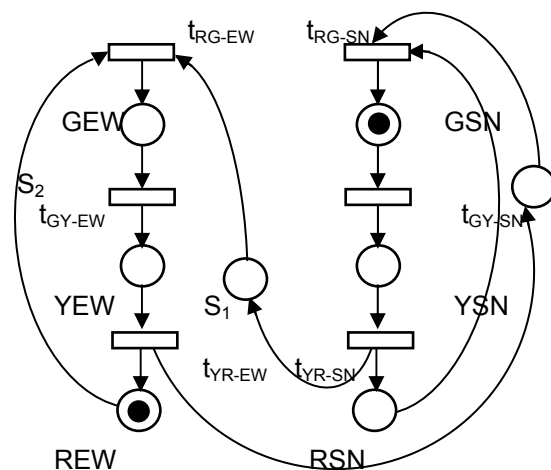
Gambar. 5 adalah kondisi nyata simpang. Peraturan Pemerintah mengatur bahwa pergerakan lalu lintas di Indonesia berada di sisi kiri. Pendekat dari lengan timur bergerak satu arah ke barat, belok ke lengan utara, dan ke lengan selatan dengan *Left Turn on Red* (LTOR). Lalu lintas dari lengan selatan dan utara bergerak dengan dua arah yaitu mendekati dan menjauhi persimpangan. Lalu lintas dari utara diperbolehkan untuk lurus langsung ke lengan selatan saja dan mereka dilarang untuk berbelok ke kanan meskipun lampu lalu lintas menyala hijau. Arus kendaraan dari selatan diperbolehkan untuk bergerak lurus dan berbelok ke kiri. Lalu lintas di lengan barat bergerak pada satu arah dan menjauhi persimpangan [10].

Lampu lalu lintas dipasang dengan strategi waktu tetap (*fixed time strategy*), dan terdiri dari dua fase saja. Tahap 1 adalah phase SN (selatan-utara) dan fase 2 adalah phase EW. (timur-barat) [10]. Definisi dari sebuah siklus di setiap tahapan sistem lampu lalu lintas adalah merupakan durasi keseluruhan waktu hijau, kuning, dan merah. Phase SN dan phase EW memiliki durasi yang sama dengan satu siklus.

$S_1$  and  $S_2$  pada Gambar. 6. adalah *place* intermediasi/ perantara untuk mengkonstruksi urutan phase 1 (phase *South-North*/ selatan-utara) dan phase 2 (phase *east-west*/timur-barat).



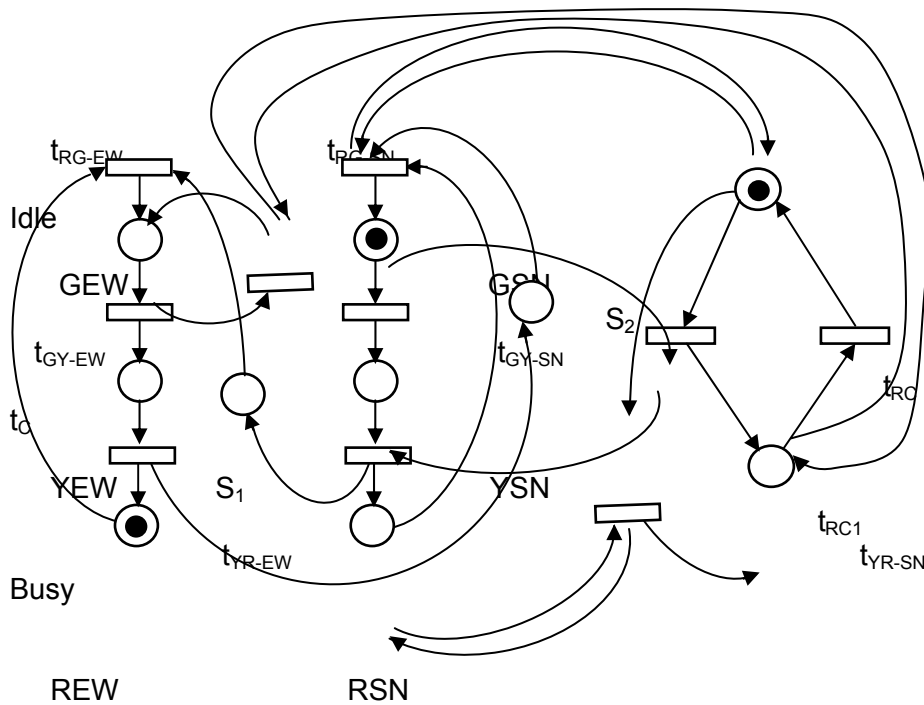
Gambar. 5. simpang dengan rel kereta api di lengan selatan.



Gambar 6. Model Petri net lampu lalu lintas dengan dua fase tanpa interupsi

Tabel 1. Asal dan Tujuan Arus Kendaraan di Simpang

Fase	Fase SN		Fase EW
Asal	Lengan selatan	Lengan utara	Lengan timur
Tujuan yang diijinkan	Lengan utara & lengan barat	Lengan selatan	Lengan Selatan, barat, dan lengan utara
Arus kendaraan			



Gambar 7. Model Petri net lampu lalu lintas pada simpang dengan palang pintu kereta api yang menerapkan jadwal interupsi (model place kontroler/sensor transisi kereta akan segera tiba/ ready to come  $t_{RC}$  dan kereta telah selesai melintas/ completed  $t_C$ , place kontroler normal pada lampu lalu lintas timur-barat dan selatan-utara tidak disertakan dalam model).

### METODE ANALISA PERILAKU LAMPU LALU LINTAS

Kontrol sinyal lalu lintas harus memiliki fitur yang benar. Pada kontroler tidak boleh terjadi *deadlock* karena beberapa kombinasi yang tak terduga dari peristiwa, tidak memungkinkan terjadi penjadwalan untuk gerakan yang bertentangan, harus dapat melayani semua fase sinyal, dan kembali ke kondisi awal [2]. Petri net memberikan metode untuk membuat analisa properti pada model. Tiga jenis metode yang dipergunakan untuk menganalisis kehadiran properti Petri net adalah: 1. *Invariant*. 2. *Occurrence Graph* / Graf Kejadian dan 3. Simulasi [2].

#### ***Invariant.***

Penandaan sebuah Petri net disajikan dengan *firing* transisi yang enable. Semua *reachable marking* (penandaan yang mungkin dicapai) mempunyai beberapa properti yang umum. Properti tersebut menjamin bahwa *output* sebuah kejadian tidak akan mempunyai hasil yang berbeda bila sebuah transisi di *fire*, hal itu ditulis dalam bentuk *invariant*. *Marking* sebuah *place* = {0, 1}. Nilai *marking* sebuah *place* 0 bermakna padam dan 1 artinya menyala.

$$M(GSN)+M(YSN)+M(RSN)=1 \tag{1}$$

*Invariant* (1) menegaskan bahwa hanya ada satu token saja di salah satu dari tiga *place* GSN, YSN, dan RSN. Hal ini juga menunjukkan bahwa urutan kejadian untuk lampu lalu lintas selatan-utara dan utara-selatan. Kita dapat menggunakan cara yang sama untuk *invariant* (2) yaitu:

$$M(\text{GEW})+M(\text{YEW})+M(\text{REW})=1 \quad (2).$$

*Invariant* berikutnya di (3) menunjukkan bahwa jika ada token di place REW, maka harus ada token disalah satu place GSN, YSN, atau RSN. Ini berarti bahwa jika sinyal merah menyala di lampu lalu lintas timur-barat untuk kendaraan langsung ke barat dan berbelok ke kanan, maka sinyal merah, hijau, atau kuning harus menyala di lampu lalu lintas selatan-utara dan utara-selatan.

$$M(\text{GSN})+M(\text{YSN})+M(\text{RSN})=M(\text{REW}) \quad \text{dimana } M(\text{REW})=1 \quad (3).$$

Kita dapat menggunakan cara yang sama untuk *invariant* (4) yaitu:

$$M(\text{GEW})+M(\text{YEW})+M(\text{REW})=M(\text{RSN}) \quad \text{dimana } M(\text{RSN})=1. \quad (4).$$

*Invariant* (5) berikutnya dilengkapi dengan *place* intermediasi  $S_1$  dan  $S_2$ .

$$M(\text{GSN})+M(\text{YSN})+M(\text{GEW})+M(\text{YEW})+M(S_1)+M(S_2)=1. \quad (5).$$

Bila kereta api sedang melintas dan palang pintunya ditutup maka *state busy* sedang terjadi. Sebaliknya bila palang pintu kereta api tidak tertutup maka hal ini berarti keadaan dalam *state Idle*. Pada keadaan ini berlaku *invariant* (6), (7), dan (8).

$$M(\text{Busy})+M(\text{Idle})=1 \quad (6).$$

$$M(\text{Busy})+M(\text{GSN})+M(\text{YSN})=1 \quad (7).$$

$$M(\text{Busy})+M(\text{REW})+M(\text{YEW})=1 \quad (8).$$

*Invariant* (1) – (8) ini menunjukkan model penjadwalan untuk menjamin keselamatan lalu lintas pergerakan kendaraan. Semua *invariant* terpenuhi dan hal ini menunjukkan model sistem adalah *invariant*.

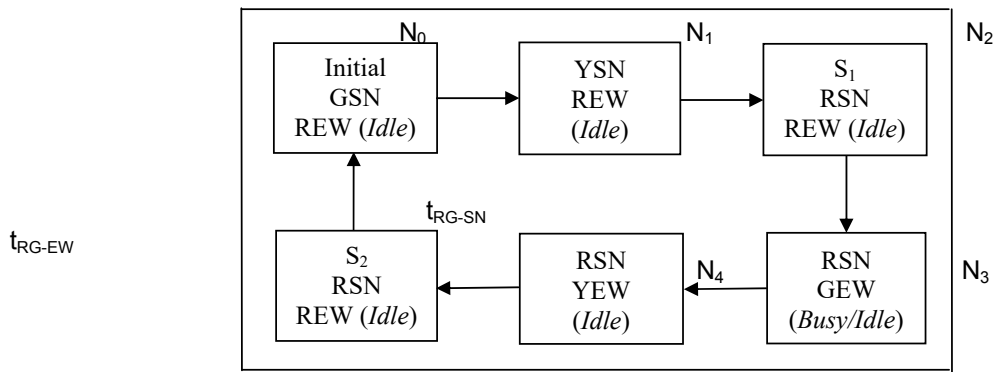
### **Occurrence Graph (OG)/ Graf Kejadian.**

Penyajian dalam bentuk *occurrence graph* (OG) memungkinkan penggambaran semua kejadian karena OG memuat node untuk setiap *state* yang *reachable marking* (penandaan yang mungkin dicapai) dan busur sebagai elemen penyebab yang memungkinkan kejadian untuk setiap *occurring/* kejadian. Berdasar pada pendekatan ini maka kita dapat melihat bahwa tidak ada kemungkinan kebuntuan (deadlock) dalam model [2].

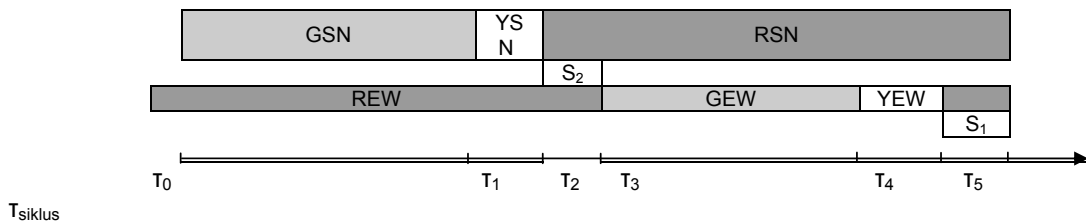
Pada Gambar. 8 setiap node menyajikan penandaan dan isi penandaan dijelaskan oleh teks node. Setiap busur mewakili kemunculan peristiwa tersebut. Misalnya, teks YSN, REW, dan *Idle* yang digunakan untuk menggambarkan node  $N_1$ . Teks pada node ini berarti bahwa lampu kuning di lengan selatan-lengan utara sedang menyala. Lampu lalu lintas di lengan timur untuk kendaraan akan berbelok ke kanan dan bergerak lurus menyala merah. Palang pintu kereta api sedang *Idle*.

Keberadaan *state busy/ idle* keduanya mungkin terjadi pada  $N_3$  saja. Hal ini bergantung pada kondisi realitas yang terjadi yaitu palang pintu kereta api dalam keadaan menutup ataupun terbuka.

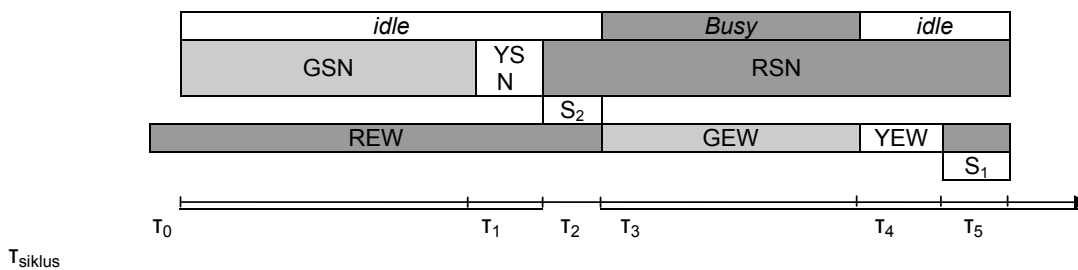




Gambar 8. Occurrence Graph (OG) dari Model Petri Net



Gambar. 9. Hasil simulasi Jadwal lampu lalu lintas tanpa interupsi.



Gambar. 10. Hasil simulasi Jadwal lampu lalu lintas dilengkapi dengan interupsi.

### Simulasi

Simulasi lampu lalu lintas dengan Petri net simulator 2.0. Simulasi dibuat dengan Petri net dasar yang tanpa dilengkapi interval waktu [11]. Busur yang menghubungkan masing-masing *place* memiliki bobot satu. Hasil simulasinya tampak pada Gambar 9 dan Gambar 10.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Makalah ini menggunakan standart metrik “Satuan Mobil Penumpang” (*smp*). Standart ini digunakan dalam rekayasa transportasi untuk mengukur tingkat/ volume arus lalu lintas di jalan raya. Kadang – kadang juga digunakan “ekivalensi mobil penumpang” (*emp*). Perlu diketahui, hal ini merupakan efek dari variabel lalu lintas jika dibandingkan dengan mobil penumpang tunggal.

Jenis nilai *smp* atau *emp* secara umum adalah mobil pribadi, taxi, pick up (*Low Vehicle/ LV*) sama dengan 1, bus, truck, trailer (*High Vehicle/HV*) sama dengan 1.3, sepeda motor (*motor cycle/ MC*) sama dengan 0.2, dan kendaraan tak bermesin/ *unmotorized vehicle* (*UM*) sama dengan 0 atau diabaikan [12].

Tabel 2. Durasi normal lampu lalu lintas dengan strategi waktu tetap

fase	Green	Inter Green		Red	Cycle
		Yellow	All red		
fase SN	27	3	3	45	75
fase EW	36	3	3	36	75

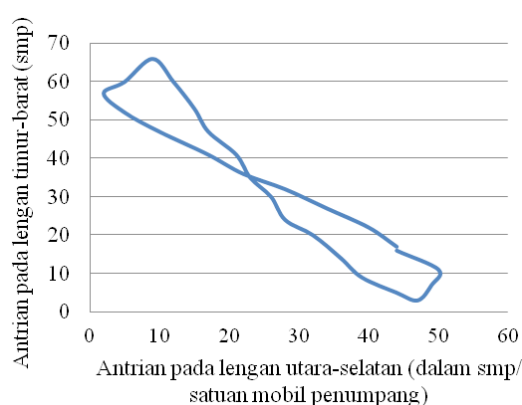
Setting simulasi lampu lalu lintas tampak pada Tabel 2. Panjang siklus lampu lalu lintas adalah 75 detik. Disimulasikan bahwa telah terjadi penutupan palang pintu kereta 135 detik. Durasi penutupan palang pintu kereta api hampir selalu lebih lama dari siklus lampu lalu lintas. Durasi penutupan lebih pendek dari interval waktu siklus sangat jarang terjadi karena hal itu sangat berbahaya bagi kendaraan yang melintas.

Kedatangan kendaraan diasumsikan berdistribusi normal pada pengukuran tiap 3 detik, sedangkan kendaraan meninggalkan simpang pada saat lampu hijau menyala mempunyai distribusi eksponensial negatif.

Perhitungan jumlah antrian kendaraan yang timbul berdasarkan formula Manual Kapasitas Jalan Indonesia [12]. Kami membahas jumlah antrian kendaraan dan perbandingan antrian yang timbul antara jadwal rutin dan jadwal dengan interupsi ketika kereta melintasi lengan selatan.

Awal mulai dari waktu simulasi dimulai ketika lampu lalu lintas menyala merah pada fase selatan – utara/ SN. Awal merah juga merupakan awal dari kereta api melintasi lengan selatan.

Pada Gambar 11 adalah gambar antrian kendaraan yang terjadi karena pengaturan oleh lampu lalu lintas. Antrian kendaraan pada 1 siklus akan naik jika lampu kuning atau merah sedang menyala dan menurun saat lampu hijau menyala, hal ini digambarkan dengan sebuah *lemniscate*.

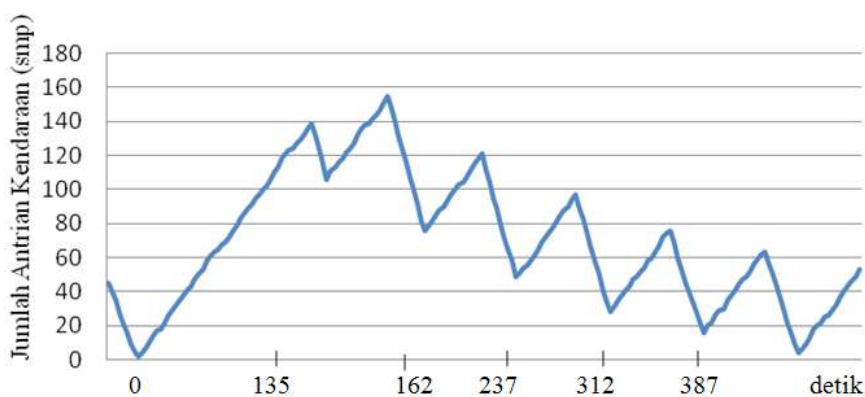


Gambar 11. Antrian Kendaraan dalam Keadaan Normal  
(disajikan dengan Invariant terhadap Waktu)

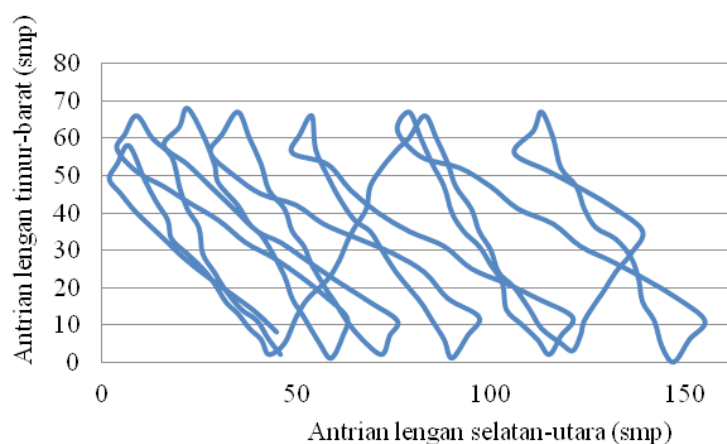
Pada Gambar 12 disajikan grafik antrian kendaraan pada lengan selatan dan lengan utara pada saat terjadi penutupan palang pintu kereta api selama 135 detik. Pembukaan palang pintu kereta api terjadi pada saat lampu hijau selatan-utara menyala di keadaan akhir. Keadaan ini terjadi dengan pengaturan lampu lalu lintas yang tidak sinkron. Masing – masing kontrolernya terpisah dengan tak saling terkoneksi. Kemacetan yang timbul di lengan selatan dan lengan utara dapat diselesaikan dalam 6 siklus lampu lalu lintas yang masing – masing durasinya 75 detik.

Sepintas pada Gambar 12 tampak keadaan yang normal saja. Namun bila kita bandingkan dengan antrian kendaraan yang tersajikan pada Gambar 13 maka tampak sebuah kemacetan terjadi di lengan selatan dan lengan utara. Pada kendaraan yang berasal dari lengan timur juga terjadi kepadatan karena pengaturan oleh lampu lalu lintas secara normal. Pada awal penutupan palang pintu kereta api maka grafik antrian kendaraan akan bergerak kekanan sesuai dengan arah panah pada grafik invariant terhadap waktu tersebut. Sesudah kereta api selesai melintas dan palang pintu dibuka kembali maka grafik akan bergerak ke arah kiri kembali. Hal ini bermakna bahwa antrian kendaraan yang menurun menuju ke keadaan normal.

Pada Gambar 14 tampak hasil pengaturan lampu lalu lintas yang disinkronkan dengan palang pintu kereta api. Pengaturan tersebut mampu menurunkan antrian kendaraan yang berasal dari lengan timur. Konsekwensinya pada saat palang pintu kereta api dibuka maka dapat diikuti dengan awal penyalaan lampu hijau untuk lengan selatan-utara. Pengaturan dengan cara ini jelas lebih efisien dan dapat menjamin keselamatan karena para pengguna jalan dari selatan-utara cenderung menjadi tidak sabar menanti setelah terhenti oleh palang pintu kereta api begitu lama.

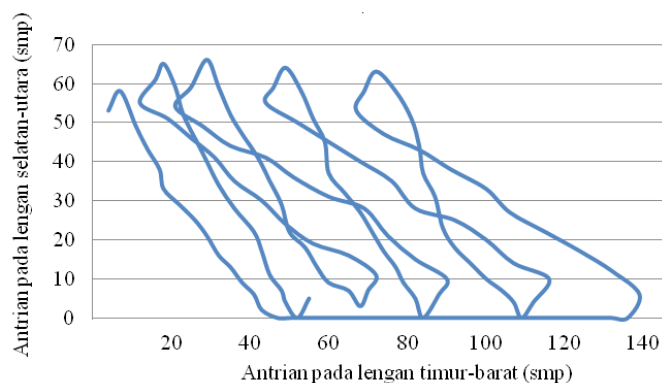


Gambar 12. Antrian kendaraan di lengan utara dan selatan saat penutupan palang pintu kereta api



Gambar 13. Antrian kendaraan saat palang pintu kereta api ditutup dan sesudah dibuka kembali. Pengaturan tanpa sinkronisasi antara lampu lalu-lintas dan palang pintu kereta api.

(Grafik menggambarkan 6 siklus lampu lalu – lintas)



Gambar 14. Antrian kendaraan saat kereta api melintas dan saat palang pintunya telah dibuka kembali. Pengaturan lampu lalu – lintas menerapkan sinkronisasi dengan palang pintu kereta api (digambarkan 4 siklus lampu lalu lintas sesudah penutupan palang pintu kereta api).

Pada Gambar 14 juga melukiskan bahwa antrian kendaraan yang timbul karena penutupan palang pintu kereta api dapat diselesaikan dalam 4 siklus lampu lalu lintas. Hal ini lebih cepat 2 siklus bila dibandingkan dengan lampu lalu lintas yang tidak sinkron dengan palang pintu kereta api. Hal ini sebagai cermin kinerja sinkronisasi lampu lalu lintas dengan palang pintu kereta api yang lebih baik untuk mengatasi kemacetan sesudah sebuah interupsi.

## KESIMPULAN

Kami telah berhasil memperkenalkan desain model baru lampu lalu lintas yaitu model lampu lalu lintas *interruptive*. Model ini merupakan sinkronisasi antara lampu lalu lintas dan palang pintu kereta api. Hasil simulasi menunjukkan bahwa model ini mempunyai kinerja yang lebih baik bila dibandingkan model lampu lalu lintas biasa untuk mengatasi kemacetan sesudah penutupan palang pintu kereta api.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Riset ini dibiayai oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia pada skema Penelitian Terapan tahun 2016 dengan nomor kontrak No. 032/SP2H/P/K7/KM/2016.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ITE, Traffic Engineering Handbook, 6<sup>th</sup> Edition Institution of Transportation Engineers, 2009.
2. Huang,YS and Chung, TH, “Modelling and Analysis of Traffic Light Control Systems Using Timed Colored Petri Net”, Intechopen.com, 2010.
3. Papageorgiou,M., Diakaki, C., Dinopoulou,V., Kotsialos,A., Wang,Y., “Riview of Road Traffic Control Strategies”, Proceedings of IEEE., pp. 2043-2067, 2003.

4. Soares, M, “*Architecture-Driven Integration of Modeling Languages for the Design of Software-Intensive Systems*”, Thesis, Published and distributed by: Next Generation Infrastructures Foundation, Delft The Netherlands, Chapter 7, pp 99-133, February 2010.
5. Hutaeruk, S.,Gulo, N., “*Mengurai Kemacetan Lalu-Lintas pada Area Lintasan Kereta Api yang Berdekatan dengan Simpang Empat*”, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2012 (Semantik 2012), ISBN 979-26-0255-0, Semarang, Juni 2012.
6. Cassandras, CG., Lafortune, S., “*Introduction to Discrete Event Systems*”, The International series on Discrete Event Dynamic Systems, Kluwer Academic Publisher, Norwell, Massachusetts, USA,1999.
7. Murata, T., “*Petri Net: Properties, Analysis, and Applications*”, Proceedings of IEEE, vol 77, pp 541-590,1989.
8. Tianlong, GU., Parisa, AB., Guoyong,CAI., “*Timed Petri Net Based Formulation and An Algorithm for The Optimal Scheduling of Batch Plants*”, Int. Journal Applied Mathematics and Computer Science, vol 13, No 4, pp 527-536, 2003.
9. Khansa, W., Aygaline, P., Denat, J., “*Structural Analysis of P-Time Petri Nets*”. In: Symposium on Discrete Events and Manufacturing Systems, Proceedings of the CESA’96 IMACS Multiconference, 1996.
10. Tristono, T., “*Study of Traffic Vehicles on Signalized Intersection with Train Track Using Graf Model*”, Journal Agritek, vol 15, ISSN 1411 5336, University Merdeka Madiun, pp 81-91, March, 2014.
11. Adzkiya, D., Subiono., “*Modelling Traffic Light Using Petri Net and Its Simulation*”, Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, *Unpublished*, Surabaya, 2008.
12. ICHM, “*Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MJKI)*”, Direktorat Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota, Jakarta, 1997.

# KUALITAS HIDUP PENDERITA LUPUS DI KOTA MADIUN

Vila Setyorini<sup>1</sup>, Laurentius Purbo Christianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Psikologi, Universitas Katolik Widya Mandala Madiun  
vilastyrn94@gmail.com

<sup>2</sup>Fakultas Psikologi, Universitas Katolik Widya Mandala Madiun  
purbo.christianto@gmail.com

## Abstract

Lupus is a disease that can threaten the quality of life. A description of the quality of life for people with lupus are useful as a reference for giving treatment to people with lupus and improvement of services for people with lupus. The research objective is to explore quality of life for people with lupus in the town of Madiun. A quantitative approach to the exploration method used in this study. The results showed that most of the quality of life of respondents in middle category. The average score empirical larger than the hypothetical score indicates that the quality of life of respondents classified as well. The physical components and environmental components in the quality of life that are more substantial impact on quality of life of respondents than the components of psychology and social relations component.

**Keywords:**Lupus, Quality of Life

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kualitas hidup yang baik adalah harapan setiap orang. Hanya saja terdapat berbagai kondisi yang dapat mempengaruhi kualitas hidup. Lupus adalah salah satu jenis penyakit yang dapat mempengaruhi kualitas hidup seseorang, walaupun begitu penderita lupus tetap perlu mencapai kualitas hidup yang baik.

Kualitas hidup secara umum mengarah kepada seberapa baik hidup seseorang (Raeburn & Rootman, 1996). Kata “baik” dalam pengertian kualitas hidup sangat multitafsir, karena setiap orang dapat memiliki persepsi yang berbeda-beda tentang kondisi yang menurut mereka baik. Hal-hal yang membuat sesuatu menjadi baik juga berbeda antara satu orang dengan orang yang lain. Hal ini membuat kualitas hidup bersifat subjektif dan multidimensi. *World Health Organization* (WHO) memandang kualitas hidup terdiri dari komponen fisik, psikologis, relasi sosial, serta lingkungan (WHOQOL Group, 2004). Walaupun sangat mungkin didefinisikan secara berbeda, tetapi secara umum kualitas hidup merujuk pada seberapa baik hidup seseorang menurut orang tersebut.

Kualitas hidup yang baik bermanfaat bagi setiap orang. Kebahagiaan dan perasaan sejahtera merupakan hasil dari tercapainya kualitas hidup yang baik (Meeberg, 1993). Seseorang yang bangga dan menghargai kehidupannya adalah ciri dari orang yang memandang hidupnya berkualitas. Berdasarkan struktur konsep kualitas hidup (Hagerty, Cummins, Ferriss, Land, Michalos, Peterson, Sharpe, Sirgy, & Vogel, 2001) tampak bahwa hasil dari kualitas hidup yang baik adalah kebahagiaan, keberlangsungan hidup, dan kontribusi. Dengan kata lain, seseorang yang memiliki kualitas hidup baik akan merasa bahagia, mampu mempertahankan keberlangsungan hidupnya, dan dapat memberi kontribusi kepada sesuatu yang lebih luas di luar diri mereka. Manfaat yang dapat diperoleh melalui tercapainya kualitas hidup yang baik membuat penderita lupus juga perlu memiliki kualitas hidup yang baik.

Lupus adalah penyakit autoimun mutisistem yang berat dimana tubuh seseorang akan membentuk berbagai antibodi yang dapat menyebabkan kerusakan organ (Wachyudi, 2006). Bahasa sederhana dari definisi lupus tersebut ialah bahwa lupus adalah sebuah penyakit yang ditandai dengan tubuh seseorang yang secara otomatis memproduksi berbagai antibodi, yang tidak hanya menyerang sesuatu yang berbahaya bagi tubuh, melainkan juga menyerang berbagai organ tubuh orang itu sendiri. Lupus terjadi akibat produksi antibodi yang berlebih sehingga menyerang sel dan jaringan tubuh sendiri.

Penderita lupus biasa disebut Odapus (orang hidup dengan lupus). Salma, Kepel, dan Engkeng (2016) menyatakan bahwa prevalensi kejadian lupus tergolong tinggi dan banyak menyerang orang yang berada di usia produktif. Para odapus sebenarnya dapat terus melakukan kegiatan seperti orang pada umumnya, akan tetapi jika dalam waktu tertentu penyakit lupus tersebut tidak tertangani dengan tepat akan menimbulkan penyakit yang berkepanjangan, mengurangi kualitas hidup serta produktifitas, hingga dapat mengakibatkan kematian (Wallace, 2007).

Semua perlakuan dan terapi yang diberikan kepada Odapus memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas hidup odapus (Uthia, Iwo, & Wachjudi, 2014). Data terkait derajat kualitas hidup odapus akan bermanfaat bagi usaha peningkatan pelayanan dan perlakuan kepada odapus. Rencana pemberian perlakuan dan peningkatan pelayanan bagi para odapus akan sangat membutuhkan data kualitas hidup odapus terkini (Abu-Shakara, Mader, Langevitz, Friger, Codhis, Neuman, & Buskila, 1999). Hanya saja hingga saat ini data terkait kualitas hidup odapus di Indonesia belum lengkap tersedia.

Penelitian ini terinspirasi saat peneliti bertemu dengan odapus yang tergabung dalam Komunitas Griya Yara Kota Madiun. Komunitas ini beranggotakan para odapus yang tinggal di kota Madiun. Pertemuan peneliti dengan komunitas ini tidak hanya membuat peneliti merasa takjub dengan odapus tetapi juga menjadi bertanya tentang kondisi kualitas hidup mereka. Sejuah ini belum ada penelitian yang mencoba menggali kualitas hidup odapus di kota Madiun, padahal penelitian tentang odapus di kota Madiun dapat menjadi rujukan dalam pemberian perlakuan dan peningkatan pelayanan odapus di kota Madiun. Mengetahui kualitas hidup para odapus di kota Madiun beserta komponen yang mempengaruhi kualitas hidup mereka dapat menjadi bahan rujukan yang penting dalam pemberian perlakuan kepada para odapus.

## **Rumusan Masalah**

Bagaimana gambaran kualitas hidup penderita lupus di kota Madiun?

## **Tujuan Penelitian**

Penelitian bertujuan untuk mengeksplorasi kualitas hidup penderita lupus di kota Madiun.

## **Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian yang berupa gambaran kualitas hidup odapus di kota Madiun diharapkan dapat menjadi rujukan bagi semua pihak, yang terlibat dalam pemberian pelayanan kepada odapus, dalam usaha mereka untuk memberikan pelayanan terbaik serta meningkatkan kualitas pelayanan bagi odapus.

## **KAJIAN LITERATUR**

### **Kualitas Hidup**

#### **Definisi Kualitas Hidup**

Day dan Jankey (1996) memaparkan bahwa kualitas hidup ialah evaluasi subjektif tentang keadaan diri yang merefleksikan tingkat kepuasan hidup. Day dan Jankey (1996) menekankan bahwa bagaimana keadaan hidup diartikan lebih menentukan kualitas hidup seseorang daripada keadaan hidup itu sendiri. Felce dan Perry (1996) menjelaskan kualitas hidup sebagai konsep kesejahteraan secara umum yang menyeluruh, terdiri dari evaluasi obyektif serta subyektif seseorang terhadap kesejahteraan fisik, materi, sosial, dan emosional, serta tingkat perkembangan diri dan aktivitas yang dilakukan, yang ditimbang melalui seperangkat nilai-nilai yang bersifat pribadi.

WHO mendefinisikan kualitas hidup sebagai persepsi seseorang mengenai keadaan kehidupan orang tersebut dalam konteks kebudayaan dan sistem nilai dimana orang tersebut tinggal, yang terkait dengan tujuan, harapan, ukuran, serta perhatian orang tersebut (Skevington, Lotfy, O'Connell, & WHOQOL Group, 2004). WHO menyatakan bahwa kualitas hidup merupakan sebuah konsep subjektif yang merujuk pada aspek-aspek positif serta negatif dalam kehidupan seseorang. Kualitas hidup adalah hasil evaluasi subjektif yang dilakukan dalam konteks budaya, lingkungan, dan sosial (WHO, 1996). Konsep ini menunjukkan bahwa kualitas hidup bersifat multidimensi. WHO memandang kualitas hidup tidak hanya pada keberfungsian seseorang, tetapi juga pada seberapa puas seseorang terhadap aspek fisik, psikologis, serta relasi sosial mereka.

Pandangan Kualitas hidup sebagai konsep yang subjektif dapat dijelaskan berdasarkan teori psikologi eksistensial Frankl. Frankl (dalam Schultz, 1991) menyatakan bahwa walaupun ada berbagai macam kondisi yang dapat mempengaruhi kehidupan seseorang, orang tetap bebas memilih reaksi terhadap kondisi-kondisi tersebut berdasarkan makna dan nilai yang disematkan orang pada kondisi-kondisi tersebut. Orang mungkin tidak dapat memilih kondisi yang terjadi, tetapi dapat memilih bagaimana kondisi tersebut harus ditanggapi. Cara seseorang menanggapi kondisi inilah yang kemudian akan membuat perbedaan antara orang yang "sehat" dan yang "sakit".



## 1. Komponen Kualitas Hidup

WHO (1997) memaparkan bahwa kualitas hidup terdiri dari enam komponen, yaitu kesehatan fisik, psikologis, tingkat kebebasan, relasi sosial, lingkungan, serta spiritualitas. Setelah melakukan penelitian di berbagai negara, *World Health Organization Quality of Life Group* (kelompok kerja WHO untuk kualitas hidup) selanjutnya menggabungkan beberapa komponen menjadi satu sehingga tersisa empat komponen, yaitu kesehatan fisik, kesejahteraan psikologis, hubungan sosial, dan lingkungan (WHOQOL Group, 2004). Hal ini dilakukan karena komponen tingkat kebebasan dan spiritualitas ternyata menjadi bagian dari empat komponen yang lain.

## 2. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Hidup

Berdasarkan paparan WHO (1997) tentang kualitas hidup terlihat bahwa penilaian seseorang akan kualitas hidup mereka dipengaruhi oleh konteks budaya dan sistem nilai dimana orang tersebut tinggal. Hal ini sejalan dengan temuan Ventegodt, Flensburg-Madsen, Andersen, dan Merrick (2008) bahwa pandangan hidup serta relasi sosial lebih mempengaruhi kualitas hidup. Selanjutnya mereka menemukan bahwa pendapatan, jenis kelamin, berat badan, dan gaya hidup, tidak memiliki arti penting terhadap kualitas hidup. Menurut Ventegodt, dkk., (2008) yang penting bukan apa yang seseorang miliki, tetapi bagaimana seseorang memandang apa yang mereka miliki. Friedland, Renwick dan McColl (1996) menyatakan bahwa kualitas hidup dipengaruhi oleh dukungan sosial dan strategi seseorang dalam menghadapi masalah.

## Lupus

### Pengertian Lupus

Lupus dalam istilah medis disebut *Systemic Lupus Erythematosus*. Wachyudi (2006) menjelaskan bahwa lupus adalah sebuah penyakit autoimun multisistem yang berat, dimana ditandai dengan terbentuknya berbagai macam antibodi pada tubuh seseorang, termasuk antibodi terhadap antigen nuklear, yang menyebabkan kerusakan pada berbagai organ tubuh. Lupus mengakibatkan produksi antibodi pada tubuh seseorang menjadi berlebihan sehingga justru menyerang tubuh orang itu sendiri.

Wallace (2007) menyatakan bahwa lupus lebih banyak menyerang perempuan. Hal ini terkait dengan hormon estrogen pada perempuan, dimana ternyata hormon ini mempercepat laju perkembangan penyakit lupus dibandingkan dengan hormon androgen dan testosteron pada laki-laki. Usia yang rentan terhadap penyakit lupus adalah usia 15 – 45 tahun (Uthia, Iwo, & Wachjudi, 2014).

### 1. Epidemiologi Lupus

Secara global prevalensi angka kejadian lupus di seluruh dunia mencapai 4 – 250 kejadian per 100.000 (Uthia, Iwo, & Wachjudi, 2014). Kementerian Kesehatan RI (2012) memperkirakan bahwa jumlah penderita lupus di Indonesia sebanyak 1,5 juta orang. Uthia, Iwo, dan Wachjudi (2014) menyatakan bahwa jumlah penderita lupus terus meningkat selama dua dekade terakhir.

### 2. Dampak Lupus

Penyakit lupus menimbulkan berbagai dampak, baik secara fisik maupun psikologis (Citra & Eriany, 2015). Dari segi fisik dampaknya adalah perubahan kemampuan fisik dan penampilan

fisik. Citra dan Eriany (2015) menjelaskan perubahan kemampuan fisik yang terjadi seperti daya tahan tubuh yang cepat sekali melemah serta tidak dapat lagi beraktivitas diluar secara normal karena harus selalu menghindari sinar matahari. Selain itu dampak secara fisik lainnya adalah wajah yang membengkak dengan ruam-ruam kemerahan, wajah yang dipenuhi dengan koreng, tubuh yang menjadi kurus, serta rambut rontok dengan tidak wajar.

Reaksi lingkungan terhadap perubahan fisik odapus akan mempengaruhi psikologis odapus (Citra & Eriany, 2015). Saat odapus dijauhkan dan dikucilkan oleh lingkungan mereka, odapus akan merasa dirinya tidak berharga, merasa rendah diri, malu, cenderung bersikap tertutup, serta cenderung memiliki perasaan negatif lainnya.

## **METODE PENELITIAN**

### **Variabel Penelitian**

Variabel dalam penelitian ini adalah kualitas hidup penderita lupus. Kualitas hidup yang dimaksud adalah tingkat kepuasan seseorang yang muncul karena penilaian pribadi terhadap komponen kesehatan fisik, psikologis, lingkungan, dan hubungan sosial, dengan mempertimbangkan nilai-nilai pribadi serta konteks budaya dan sosial dimana mereka tinggal. Kualitas hidup yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tingkat kepuasan odapus terhadap komponen kesehatan fisik, psikologis, lingkungan, dan hubungan sosial mereka. Variabel kualitas hidup diukur menggunakan skala kualitas hidup yang dimodifikasi dari skala WHOQOL-BREF (WHOQOL Group, 2004).

### **Responden Penelitian**

Responden penelitian adalah 16 orang perempuan penderita lupus. Responden penelitian adalah anggota Komunitas Griya Yara Kota Madiun. Subjek yang menjadi responden penelitian adalah odapus anggota Komunitas Griya Yara Kota Madiun yang bersedia untuk menjadi responden penelitian. Dari 16 orang responden yang bersedia mengisi kuesioner penelitian, dua orang bersedia diwawancara untuk mendalami hasil penelitian.

### **Metode Penelitian**

Pendekatan kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. Pendekatan kuantitatif dicirikan dengan menekankan analisis pada data-data yang berupa angka. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksplorasi. Metode eksplorasi digunakan dengan tujuan untuk memetakan objek kajian secara mendalam, saat objek kajian belum diketahui secara spesifik (Arikunto, 2006)

### **Metode Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian**

Data penelitian dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner dan wawancara. Instrumen yang dipakai adalah Skala Kualitas Hidup WHOQOL-BREF yang dikembangkan oleh WHO (WHOQOL Group, 2004). WHOQOL-BREF mengukur kualitas hidup secara keseluruhan dan kesehatan secara umum. Skala ini mencakup 4 komponen, yaitu kesehatan fisik, kondisi psikologis, hubungan sosial, dan keadaan lingkungan. Peneliti menggunakan WHOQOL-BREF yang telah diadaptasi ke bahasa Indonesia oleh Dr. Riza Sarasvita dan Dr. Satya Joewana. Estimasi validitas skala menunjukkan korelasi item-total berkisar antara 0,409 - 0,850. Estimasi reliabilitas

menunjukkan nilai *coefficient alpha cronbach* sebesar 0,875. Hal ini berarti instrumen ini valid dan reliabel untuk mengukur kualitas hidup.

Wawancara juga digunakan sebagai metode pengumpulan data. Data wawancara akan digunakan untuk melengkapi data yang diperoleh dari kuesioner.

### Metode Analisis Data

Data kuantitatif diolah secara deskriptif dan inferensial. Metode pengolahan statistik inferensial yang digunakan adalah analisis regresi linier berganda. Analisis statistik menggunakan software SPSS 21.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Responden penelitian adalah 16 orang perempuan. Rata-rata usia responden adalah 29,38 tahun. Usia responden berkisar antara 15 tahun hingga 51 tahun. Semua responden adalah anggota komunitas Griya Yara Kota Madiun.

Analisis deskriptif terhadap hasil kuesioner memperlihatkan bahwa rata-rata skor kualitas hidup responden adalah **86,06**, dengan nilai standar deviasi sebesar 11,102. Skor kualitas hidup responden membentang dari skor 72 hingga paling tinggi skor 116. Rata-rata skor empirik lebih besar daripada rata-rata skor hipotetik yang sebesar 78.

Berdasarkan kategori skor hipotetik dan kategori skor empirik diketahui bahwa sebagian besar responden memiliki kualitas hidup dalam tingkat sedang. Hal ini dapat dibaca pada tabel 1.

Tabel 1. Frekuensi Responden Berdasarkan Kategori Skor Hipotetik dan Empirik

Kategori	Norma Hipotetik		Norma Empirik	
	Frekuensi	Persentase	Frekuensi	Persentase
<b>Rendah</b>	0	0%	3	18,8%
<b>Sedang</b>	15	93,8%	12	75,0%
<b>Tinggi</b>	1	6,3%	1	6,3%

Berdasarkan hasil analisis regresi terhadap skor kualitas hidup dengan skor masing-masing komponen kualitas hidup diketahui bahwa secara bersama-sama ke empat komponen kualitas hidup memiliki korelasi sebesar 0,996 terhadap skor kualitas hidup. Persamaan garis regresi adalah  $Y' = 17,012 + 0,356X_1 + 0,252X_2 + 0,096X_3 + 0,358X_4$ , dimana  $X_1$  adalah komponen fisik,  $X_2$  adalah komponen psikologi,  $X_3$  adalah komponen relasi sosial, dan  $X_4$  adalah komponen lingkungan.

Berdasarkan analisis korelasi parsial diketahui bahwa besar pengaruh variabel komponen fisik terhadap variabel kualitas hidup sebesar 37,15%; besar pengaruh variabel komponen psikologis terhadap variabel kualitas hidup sebesar 13,76%, besar pengaruh variabel komponen relasi sosial terhadap kualitas hidup sebesar 11,87%; dan besar pengaruh variabel komponen lingkungan terhadap kualitas hidup sebesar 36,46%. Komponen fisik dan komponen lingkungan memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap variasi pada variabel kualitas hidup daripada komponen psikologi dan komponen relasi sosial.

## PEMBAHASAN

Sesuai dengan pernyataan Wallace (2007) bahwa kebanyakan penderita lupus adalah perempuan, hasil penelitian juga menunjukkan hal yang sama. Semua responden penelitian adalah perempuan. Uthia, Iwo, dan Wachjudi (2014) menyatakan bahwa lupus banyak menyerang seseorang di usia produktif mereka yaitu antara 15 – 45 tahun. Hasil penelitian juga menunjukkan hal serupa, yaitu rentang usia responden berkisar antara 15 – 51 tahun, dengan rata-rata usia responden 29,38 tahun. Hasil ini menunjukkan bahwa lupus memang cenderung menyerang perempuan di usia produktif mereka.

Analisis deskriptif menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki kualitas hidup di tingkat sedang. Rata-rata skor empirik hasil skala kualitas hidup lebih tinggi daripada rata-rata skor hipotetik skala kualitas hidup. Kedua hal ini menunjukkan bahwa kualitas hidup responden termasuk cukup baik.

Kualitas hidup adalah pandangan subjektif seseorang terhadap keadaan hidupnya. Sesuai dengan pandangan Frankl (dalam Schultz, 1991) bahwa bagaimana seseorang memaknai apa yang dimiliki lebih penting daripada apa yang seseorang miliki, maka berdasarkan hasil ini responden telah menunjukkan bahwa kondisi sakit lupus telah dapat mereka atasi dengan cukup baik melalui pemaknaan yang positif akan penyakit lupus yang mereka derita. Hasil wawancara menunjukkan bahwa, walaupun pada awalnya sebagian besar penderita lupus tidak dapat menerima kondisi mereka, tetapi seiring berjalannya waktu mereka dapat memandang penyakit lupus sebagai sesuatu yang positif. Salah seorang responden mengatakan bahwa karena penyakit lupus yang diderita, ia menjadi lebih peka terhadap kondisi fisiknya dan semakin banyak memiliki jaringan pertemanan yang baru.

Friedland, Renwick dan McColl (1996) menyatakan bahwa dukungan sosial juga akan mempengaruhi kualitas hidup seseorang. Hasil wawancara yang menunjukkan bahwa odapus memiliki dukungan sosial yang baik dari orang-orang disekitar mereka. Walaupun masih banyak yang asing dengan penyakit lupus, responden wawancara mengungkapkan bahwa sebagian besar odapus di kota madiun memiliki dukungan sosial yang baik, terutama dari keluarga mereka. Hal ini juga dapat menjelaskan hasil temuan penelitian yang memperlihatkan bahwa sebagian besar kualitas hidup responden berada pada tingkat sedang.

Hasil analisis regresi dan analisis korelasi parsial menunjukkan bahwa komponen fisik dan komponen lingkungan memberi sumbangan paling besar terhadap kualitas hidup. Hal ini memperlihatkan bahwa memang aspek fisik dan lingkungan sekitar odapus akan lebih berpengaruh terhadap kualitas hidup odapus. Lupus adalah sebuah penyakit yang pasti akan berdampak pada fisik penderitanya. Ketidaknyamanan secara fisik yang dirasakan oleh odapus memiliki pengaruh yang besar kepada kualitas hidup mereka. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa lingkungan sekitar odapus ternyata juga memberi pengaruh yang besar terhadap kualitas hidup. Hasil ini sejalan dengan pernyataan Citra dan Eriany (2015) yaitu bahwa perubahan lingkungan di sekitar odapus dapat mempengaruhi kualitas hidup odapus.

Persamaan garis regresi yang ditemukan melalui penelitian ini dapat digunakan oleh setiap pihak yang terlibat dalam pelayanan kepada odapus untuk memprediksi kualitas hidup odapus, tanpa perlu memeriksa semua komponen kualitas hidup. Gambaran yang tepat akan

kualitas hidup odapus yang akan dilayani, dapat membantu semua pihak yang terlibat dalam pelayanan kepada odapus untuk menentukan bentuk perlakuan yang tepat dan bagaimana kualitas pelayanan harus ditingkatkan.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kualitas hidup penderita lupus di kota Madiun sebagian besar berada pada tingkat sedang. Rata-rata kategori skor empirik yang lebih tinggi daripada rata-rata skor hipotetik menunjukkan bahwa kualitas hidup odapus di kota Madiun tergolong baik. Berdasarkan hasil wawancara ditemukan bahwa adanya dukungan sosial yang baik, khususnya dari keluarga odapus, serta kemampuan odapus untuk memaknai penyakit lupus yang diderita secara positif turut mempengaruhi hasil kualitas hidup menjadi baik. Penelitian juga menemukan bahwa komponen fisik dan komponen lingkungan memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kualitas hidup daripada komponen psikologis dan komponen relasi sosial.

### Saran

Walaupun kualitas hidup odapus di kota Madiun tergolong dalam kategori sedang, akan tetapi besarnya pengaruh komponen fisik dan komponen lingkungan terhadap kualitas hidup odapus menjadi tantangan bagi peningkatan kualitas hidup odapus. Semua pihak yang terlibat dalam pemberian pelayanan bagi odapus perlu memastikan bahwa komponen fisik dan komponen lingkungan odapus diperhatikan dengan seksama, agar odapus selalu nyaman.

Penelitian ini juga masih memiliki kekurangan, salah satunya adalah variabel penelitian yang hanya satu, sehingga kurang dapat menggali kualitas hidup odapus secara lebih luas. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mencoba melihat kualitas hidup odapus dari berbagai hal lain yang mungkin memiliki keterkaitan atau bahkan dapat mempengaruhi kualitas hidup odapus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Shakara, M., Mader, R., Langevitz, P., Friger, M., Codhis, S., Neuman, L., & Buskila, D. (1999). Quality of life in systemic lupus erythematosus: a controlled study. *The Journal of Rheumatology*, Vol 26, No 2, 306 – 309.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Citra, I. R. A., & Eriany, P. (2015). Penerimaan diri pada remaja putri penderita lupus. *Psikodimensia*, Vol 14, No 1, 67 – 86.
- Day, H., & Jankey, S.G. (1996). Lessons from the Literature: Toward a Holistic Model of Quality of Life. dalam R. Renwick, I. Brown, & M. Nagler (Ed.), *Quality of Life in Health Promotion and Rehabilitation: Conceptual Approaches, Issues, and Applications*. California: SAGE Publication, Inc.
- Felce, D., & Perry, J. (1996). Exploring current conceptions of quality of life: a model for people with and without disabilities. dalam R. Renwick, I. Brown, & M. Nagler (Ed.), *Quality of life in health promotion and rehabilitation: conceptual approaches, issues, and applications*. California: SAGE Publication, Inc.

- Friedland, J., Renwick, R., & McColl, M. (1996). Coping and social support as determinants of quality of life in HIV/AIDS. *AIDS care*, Vol 8, No 1, 15-32.
- Hagerty, M. R., Cummins, R. A., Ferriss, A. L., Land, K., Michalos, A. C., Peterson, M., Sharpe, A., Sirgy, J., & Vogel, J. (2001). Quality of Life Indexes for national Policy: Review and Agenda for Research. *Social Indicator Research*, Vol 55, No 1, 1-96.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2012). *Kemenkes hadir peringatan hari lupus sedunia tahun 2012*. Diunggah dari [www.depkes.go.id](http://www.depkes.go.id) pada tanggal 2 desember 2016.
- Meeberg, G. A. (1993). Quality of Life: a Concept Analysis. *Journal of Advanced Nursing*, Vol 18, No 1, 32-38.
- Raeburn, J. M., & Rootman, I. (1996). Quality of Life and health Promotion. Dalam R. Renwick, I. Brown, & M. Nagler (Ed.), *Quality of Life in Health Promotion and Rehabilitation: Conceptual Approaches, Issues, and Applications*. California: SAGE Publication.
- Salma, N., Kepel, B. J., & Engkeng, S. (2016). Faktor lingkungan yang dapat meningkatkan resiko kejadian *lupus erithematosus* di RSPUD Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *HARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT*, Vol 5, No 2, 276-281.
- Schultz, D. (1991). *Psikologi Pertumbuhan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Skevington, S.M., Lotfy, M., & O'Connell, K.A., & WHOQOL Group. (2004). The World Health Organization's WHOQOL-BREF quality of life assessment: psychometric properties and result of the international field trial. A report from WHOQOL group. *Qual Life Res*, Vol 13, No 2, 299-310.
- Uthia, R., Iwo, M. I., & Wachjudi, R. G. (2014). Factors that affect the quality of life systemic lupus erythematosus patients treated at RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. *International Journal of PharmTech Research*. Vol 5, No 6, 1679 – 1686.
- Ventegodt, S., Flensburg-Madsen, T., Andersen, N. J., Merrick, J. (2008). [Which factors determine our quality of life, health and ability? Results from a Danish population sample and the Copenhagen perinatal cohort.](#) *J Coll Physicians Surg Pak*. Vol 18, No 7, 445-50.
- Wachyudi, R. G. (2006). *Diagnosis dan Penatalaksanaan Lupus Eritematosus Sistemik*. Jakarta: Sagung Seto.
- Wallace, D. J. (2007). *Panduan Lengkap Bagi Penderita Lupus Dan Keluarganya*. Bandung: Bentang Pustaka.
- WHO. (1997). *WHOQL-BREF Measuring Quality of Life*. Geneva: World Health Organization.
- WHOQOL Group. (2004). The World Health Organization's WHOQOL-BREF quality of life assessment: Psychometric properties and result of the international field trial A Report from the WHOQOL Group. *Quality of Life Research*, Vol 13, 299-310.

# PEMANFAATAN SERAT DAUN NANAS (*ANANAS COMASUS L.*) SEBAGAI PENGUAT KOMPOSIT RESIN POLYESTER

Wahidin Nuriana<sup>1)</sup> Rizqi Zubaidhi Ageng Wicaksono<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun  
w\_nuriana@Yahoo.co.id

<sup>2)</sup> Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun

## Abstract

*Utilization of polyester resin composite material is added as a natural fiber composites applied to many alternatives as components of the Automotive Industry. Pineapple leaf fiber is a natural fiber that availability is plentiful, but has not been used optimally. The purpose of this study to obtain tensile strength, strain, and modulus of elasticity of composite with the addition of pineapple leaf natural fibers as reinforcement in polyester resin matrix with dryer type MEKPO (Methyl Ethyl Ketone Peroxide). Doing soaking pineapple leaf fibers using 5% NaOH solution for 2 hours. Composites are made by hand lay-up techniques with variations in fiber volume fraction of 5%, 10%, 15%, 20% using horizontal fiber orientation and overlap. Composite specimens cut according to ASTM standard D638-01, composite specimens hereinafter tensile testing, strain and modulus of elasticity. The results of this study found that the tensile strength, strain, modulus of elasticity of composite by pineapple leaf fiber composites higher than without any fibers. Composites with horizontal fiber orientation has the highest price at 72.35 MPa tensile strength in fiber volume fraction of 15%, the price of strain 0.0161 mm / mm with a fiber volume fraction of 10%, the price of 6731.46 MPa modulus of elasticity with a volume fraction of 20% , So that the fiber composite with a horizontal orientation is stronger than the orientation direction of fibers overlap.*

**Keywords:** *pineapple leaf fibers, polyester resin, tensile strength, strain, modulus of elasticity.*

## PENDAHULUAN

Salah satu material yang banyak dikembangkan saat ini adalah komposit. Komposit merupakan kombinasi antara dua atau lebih komponen atau material yang memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponen tersebut. Material komposit terus memiliki banyak keunggulan diantaranya memiliki massa jenis yang rendah, kekuatan yang baik, tahan korosi dan biaya produksi yang relatif murah.

Pada saat ini, pemanfaatan material komposit berserat alam sebagai bahan alternatif banyak dipergunakan di industri otomotif, sebagai bahan untuk pembuatan interior kendaraan

seperti *dashboard* pada *Audi, BMW, Mercedes, Ford, Peugeot, Volkswagen, Volvo*, dan sebagainya. Komposit yang diperkuat serat daun nanas ini dapat diaplikasikan dalam bidang industri otomotif

Di Indonesia, sangat banyak serat alam yang bisa dimanfaatkan seperti serat kelapa, serat daun nanas, serat daun pandan, dan lainnya. Pada penelitian ini akan menggunakan serat daun nanas sebagai penguat (*reinforcement*) pada material komposit karena serat daun nanas memiliki sifat mekanik yang baik. Sifat mekanik yang dimiliki pada serat daun nanas disebabkan kandungan *cellulose* nya yang tinggi yaitu 70-82%. Pemanfaatan serat daun nanas di Indonesia masih sangat terbatas, yaitu hanya pada industri kain batik di Jawa khususnya Pekalongan sedangkan daun nanas sangat melimpah di Indonesia karena nanas merupakan tumbuhan tropis yang banyak tumbuh di Indonesia.

Rahman M;dkk, 2011 telah melakukan studi tentang pengaruh fraksi volume serat terhadap sifat-sifat tarik komposit diperkuat dengan serat tebu dengan matrik poliester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya fraksi volume mengakibatkan penurunan kekuatan tarik dan regangan tarik. Penelitian tentang komposit polimer berikutnya telah dilakukan oleh Diharjo Kuncoro tentang pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat tarik bahan komposit serat rami-poliester. Hasilnya menunjukkan bahwa komposit yang diperkuat serat rami dengan perlakuan NaOH 5% selama 2 jam memiliki kuat tarik yang terbesar.

Serat daun nanas adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun tanaman nanas. Serat yang bermutu baik dihasilkan dari daun yang sudah matang, ini ditandai dengan kemasakan pada buahnya, yaitu pada waktu tanaman berumur 1 sampai 1,5 tahun. Penggunaan serat daun nanas sebagai bahan komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah. Sebelum membuat spesimen, serat daun nanas harus melalui proses alkali terlebih dahulu, yaitu direndam larutan NaOH 5% selama 2 jam. Spesimen yang akan dibuat penelitian divariasikan menjadi dua jenis, yaitu penataan serat dengan orientasi arah serat horizontal dan orientasi arah serat tumpang tindih. Sedangkan untuk matriknya menggunakan resin polyester dan untuk fraksi volume serat yaitu 5%, 10%, 15%, 20%. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik yang mengacu pada standar ASTM D638-01. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh orientasi serat terhadap sifat mekanik kuat tarik, regangan dan modulus elastisitas.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat:**

Bahan yang dipakai adalah serat daun nanas, larutan NaOH, resin polyester sebagai matriks komposit, katalis MEKPO (*Metil Etil Keton Peroksida*) sebagai pemercepat proses pengeringan dan *mirror glaze (wax)* sebagai pelicin dalam pencetakan. Alat yang digunakan meliputi cetakan kaca, timbangan digital, mika, gerinda tangan, amplas, penggaris, gelas ukur, alat uji kuat tarik UTM (*Universal Testing Machine*) kapasitas 5-5000kg bermotor Panasonic servo motor, buatan China.

### **Pembuatan serat nanas:**

1. Serat daun nanas direndam dengan larutan NaOH 5% selama 2 jam, kemudian serat diurai dan dikeringkan.



2. Serat ditimbang sesuai dengan presentase fraksi volume serat yang telah dihitung dari bobot dibagi dengan densitas serat nanas. Variasi fraksi volume serat 5%, 10%, 15% dan 20%.



*Gambar 1. Serat daun nanas*

Sebelum membuat spesimen, serat daun nanas harus diolah melalui proses alkalinitas terlebih dahulu, yaitu direndam larutan NaOH 5% selama 2 jam. Spesimen yang akan dibuat penelitian divariasikan menjadi dua jenis, yaitu orientasi arah serat horizontal dan orientasi arah serat tumpang tindih. Sedangkan untuk matriknya menggunakan resin polyester dan untuk fraksi volume serat yaitu 5%, 10%, 15%, 20%. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik, regangan dan yang mengacu pada standar ASTM D638-01. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh orientasi serat terhadap kuat tarik dan jenis arah serat yang kuat tariknya lebih kuat.

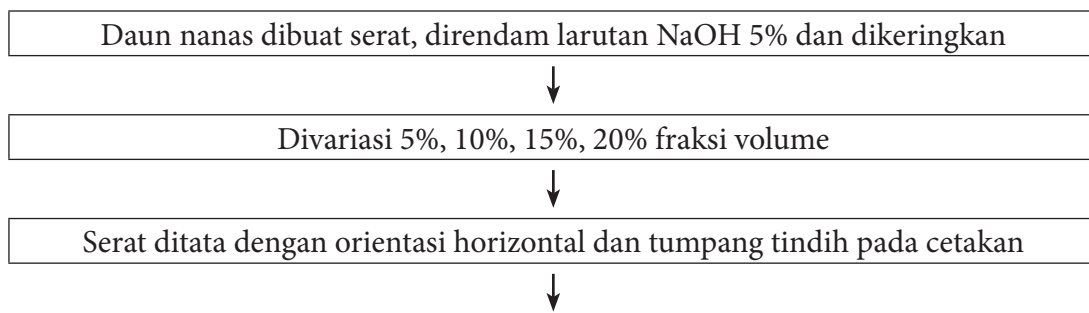
#### **Pembuatan cetakan komposit :**

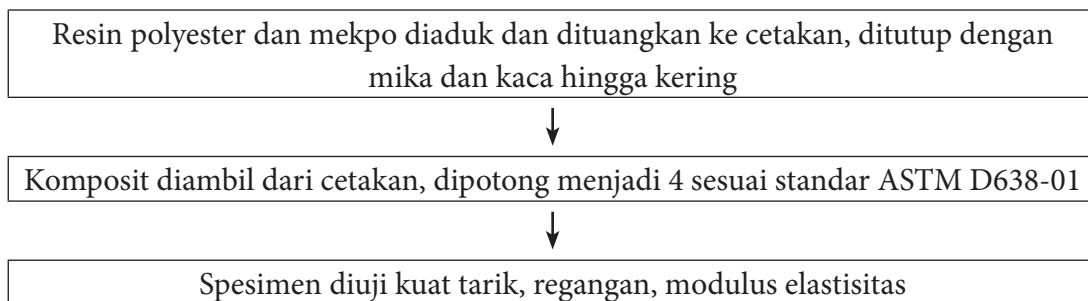
Cetakan yang akan digunakan terbuat dari kaca dengan ukuran 18 cm x 16 cm x 0,3 cm.



*Gambar 2. Cetakan komposit*

Tahapan pembuatan komposit disajikan pada Gambar 3 dibawah:





Gambar 3: Diagram alir pembuatan komposit

### Analisis Data

Data diperoleh dari percobaan, dengan replikasi 4 (empat) kali. Analisis data menggunakan Anova (*Analysis of Variance*) univarian pada taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$  dibandingkan dengan P, hasil P adalah 0,05. Bila terdapat beda nyata maka dilanjutkan dengan menggunakan uji Tukey pada taraf  $\alpha = 5\%$ . Data terdiri atas variabel pengaruh peletakan arah serat daun nanas, variabel respon adalah kuat tarik, regangan dan modulus elastisitas.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposit merupakan bahan rekayasa yang dibuat dari dua atau lebih material pembentuk yang menyatu menjadi satu bahan. Ada hal yang harus diperhatikan pada komposit yakni harus ada ikatan permukaan yang kuat antara komponen penguat dengan matriks.

#### Pengujian Tarik Komposit

Kuat tarik (*Tensile Strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Pengujian tarik bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tarik maksimum dari setiap variasi fraksi volume serat pada masing-masing komposit.

Data dibawah ini adalah data hasil pengujian tarik spesimen komposit :

Tabel 1. Hasil kuat tarik raa-rata komposit arah serat horizontal

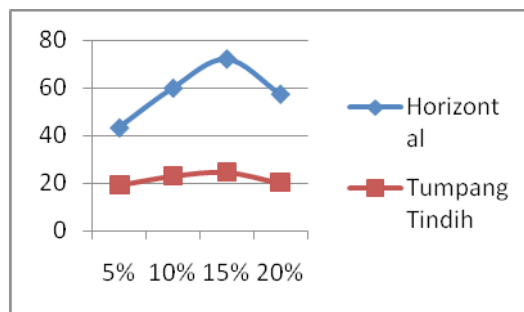
Fraksi volume serat	Kuat Tarik (MPa)				Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	
5%	51,83	54,17	32,45	34,72	43,29
10%	63,47	55,77	62,73	58,18	60,04
15%	69,82	82,19	71,80	65,58	72,35
20%	58,66	42,17	65,35	63,74	57,48

Tabel 2. Hasil kuat tarik rata-rata komposit arah serat tumpang tindih

Fraksi volume serat	Kuat Tarik (MPa)				Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	
5%	16,18	16,37	17,71	26,61	19,22
10%	23,25	19,88	23,56	24,81	22,88

15%	22,12	24,96	26,19	24,46	24,43
20%	22,29	15,25	24,70	18,11	20,09

Berdasarkan gambar 4 grafik dibawah ini, terlihat bahwa komposit dengan arah serat horizontal dengan fraksi volume serat 15% memiliki harga kuat tarik yang tinggi yaitu 72,35 MPa. Sedangkan fraksi volume serat 5% memiliki harga kuat tarik yang rendah yaitu 43,29 MPa. Untuk komposit arah serat tumpang tindih harga kuat tarik tertinggi pada fraksi volume serat 15% yaitu 24,43 MPa dan paling rendah pada fraksi volume serat 5% yaitu 19,22 MPa. Dari hasil data diatas orientasi arah serat horizontal memiliki kuat tarik yang tinggi dibandingkan dengan orientasi arah serat tumpang tindih, hal ini disebabkan karena orientasi serat horizontal memiliki arah serat yang searah ketika komposit diberikan gaya tarik maka matriks akan dapat menahan gaya dan diteruskan oleh serat sebelum akhirnya komposit tersebut akan putus atau patah, sedangkan untuk orientasi arah serat tumpang tindih hanya serat mendatar yang menerima beban tarik sehingga kuat tariknya lebih rendah.



Gambar 4. Grafik kuat tarik spesimen

Tabel 3. Hasil regangan rata-rata komposit arah serat horizontal

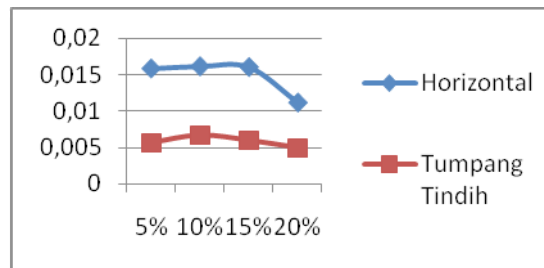
Fraksi volume serat	Regangan (mm/mm)				Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	
5%	0,021	0,017	0,013	0,012	0,0158
10%	0,016	0,016	0,016	0,016	0,0161
15%	0,015	0,020	0,015	0,014	0,0160
20%	0,011	0,009	0,013	0,012	0,0112

Tabel 4. Hasil regangan rata-rata komposit arah serat tumpang tindih

Fraksi volume serat	Regangan (mm/mm)				Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	
5%	0,004	0,006	0,005	0,008	0,0057
10%	0,007	0,005	0,007	0,007	0,0067
15%	0,005	0,007	0,006	0,005	0,0060
20%	0,005	0,004	0,006	0,005	0,0050

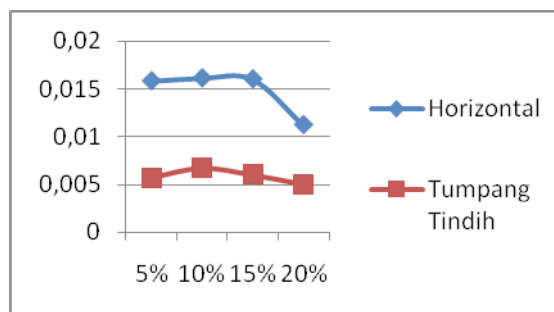
Berdasarkan gambar 5 grafik dibawah ini, menunjukkan bahwa komposit dengan arah serat horizontal memiliki regangan paling tinggi pada fraksi volume serat 10% yaitu 0,0161 mm/mm

dan regangan paling rendah pada fraksi volume serat 20% yaitu 0,0112 mm/mm. Untuk arah serat tumpang tindih regangan paling tinggi pada fraksi volume serat 10% yaitu 0,0067 mm/mm sedangkan regangan paling rendah pada fraksi volume serat 20% yaitu 0,0050 mm/mm.



Gambar 5. Grafik regangan spesimen

Berdasarkan gambar grafik dibawah ini, terlihat bahwa komposit arah serat horizontal memiliki harga modulus elastisitas paling tinggi pada fraksi volume serat 20% yaitu 6731,46 MPa dan paling rendah pada fraksi volume serat 5% yaitu 3541,65 MPa. Sedangkan untuk arah serat tumpang tindih modulus elastisitas paling tinggi pada fraksi volume serat 15% yaitu 5142,38 MPa dan modulus elastisitas paling rendah pada fraksi volume serat 5% yaitu 4072,10 MPa.



Gambar 6. Grafik regangan spesimen

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Komposit dengan substitusi serat daun nanas mempunyai kuat tarik lebih tinggi dibanding komposit tanpa serat. Penataan arah serat daun nanas mempengaruhi kuat tarik, regangan dan modulus elastisitas pada komposit.
2. Kuat tarik komposit serat daun nanas orientasi arah serat horizontal lebih tinggi dibanding orientasi arah serat tumpang tindih. Kuat tarik orientasi arah serat horizontal paling baik yaitu sebesar 72,35 MPa pada fraksi volume 15%.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan ada beberapa saran untuk penelitian berikutnya, antara lain :

1. Orientasi arah serat lebih bervariasi.
2. Penelitian yang dilakukan terhadap spesimen material komposit serat daun nanas ini hanya mencakup pengujian tarik. Oleh karena itu, disarankan juga dilakukan pengujian lainnya seperti uji impak, bending, dan uji kekedapan terhadap air untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari material.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 2003. *Annual Book of ASTM Standard*, West Conshohocken.
- Callister, W.D. 2007. *Material Science and Engineering – An Introduction*, 7(7): 554 - 602.
- Diharjo Kuncoro, 2006. *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester*, 8(1) : 8 - 13.
- Marlin Dody, Sugiyanto, Zulhanif, 2013. *Perilaku Creep Pada Komposit Polyester Yukalac 157 BQTN- EX Dengan Filler Serat Gelas*, 1(1): 3.
- Munandar Imam, Savetlana Shirley, Sugiyanto, 2013. *Kekuatan Tarik Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr)*,1(3).
- Mulyatno Imam Pujo, Jokosisworo S., 2008. *Analisa Teknis Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Tekuk*, 5(3).
- Matthews, F.L., R.D. Rawlings, 1999, *Composites Material : Engineering and Science*, Woodhead Publishing.
- Rahman M. Budi Nur, Kamiel Berli P., 2011. *Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester*, 14(2): 133-138.
- Wahyuni Muhammad Basri, Suhadirman, Razali, 2012. *Analisa Kekuatan Tarik Komposit Polimer Diperkuat Serat Rotan (Calamus Inops Becc) Untuk Bangunan Kapal Fibre Reinforced Plastics (FRP)*, 1(1).
- <http://www.sikatindustri.com/2013/08/serat-nenas-pineapple-fiber.html>

# PLASMA NUTFAH TANAMAN UWI, KARUNIA TUHAN YANG HARUS DISELAMATKAN

Wuryantoro<sup>1)</sup>, Ratna Mustika Wardhani, Indah Rekyani<sup>3)</sup>

<sup>1)2)3)</sup> Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Madiun  
wuryantoro@unmer-madiun.ac.id.

## Abstract

Dependence on rice and the degradation of quality and quantity of low land, in addition worrying the future of food security and have an impact on the vulnerability of lowland agro-ecosystem. This situation has also resulted in further displacement of God's gift genetic resources of non-rice crops, including various types of potatoes in the community. Uwi plant (*Dioscorea* sp.) as one type of potatoes potentially support the diversity of food and food security in the future because it is very tolerant planted on upland being very widespread in Indonesia and even in the world. Research aims observation and rescue germplasm Uwi through exploration and collection, for the purpose of long-term provision of alternative food sources to support diversity and food security. The research used observation method by purposive sampling exploration and snowball sampling followed by identification of tuber samples obtained, collection and botany-yield test at the research stage next. Exploration target is the whole area of uplands which includes former residency of Madiun, included district of Madiun, Ponorogo, Ngawi, Magetan and Pacitan. The survey shows that only certain types of Uwi cultivated and any kinds grow as wild in the forest or other uplands. In some places even considered as weeds that harm so that there is an attempt extermination. Exploration result 127 samples collection from the target areas with details in Madiun District acquired 28 samples, Ponorogo obtained 25 samples, Ngawi obtained 4 samples, Magetan obtained 16 samples and Pacitan obtained 10 samples. Exploration is still underway and samples will be identified more by planting experiment in the control environment.

**Keywords :** *uplands, uwi, germ plasm, food security, plant diversity*

## PENDAHULUAN

Kondisi ketahanan pangan Indonesia pada saat ini semakin memburuk, dikarenakan beralih fungsinya lahan pertanian di Indonesia dan seperti yg diposting FAO (*Food and Agriculture Organisation*), Indonesia berada di level serius dalam indeks kelaparan global. Di masa depan diprediksi akan terjadi kelangkaan pangan yang diakibatkan oleh beberapa hal seperti kerusakan lingkungan, konversi lahan, tingginya harga bahan bakar fosil, pemanasan iklim dan lain-lain.

Kenyataan menunjukkan bahwa luas lahan kritis Indonesia terus bertambah hingga mencapai 29,40 ha tahun 2010 (Faisal K. dan Haryono S., 2012).

Masalah serius dihadapi Indonesia berkaitan komoditi pangan utama adalah ketergantungan yang sangat tinggi terhadap beras, sehingga sering terjadi kelangkaan. Kelangkaan ini sebenarnya dulu tidak terjadi karena tidak semua daerah di Indonesia mengonsumsi beras dan tetap bertahan dengan makanan utama masing-masing sehingga impor bahan makanan pokok beras bisa ditiadakan atau minimal dikurangi (Akbar Anwari, 2014). Dampak yang muncul adalah adanya lonjakan konsumsi/kebutuhan beras nasional sehingga memaksa pemerintah untuk impor beras. Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki beragam ekosistem sangat cocok bila bahan pangan pokok penduduknya beraneka ragam. Penyediaan bahan pangan sesuai potensi daerah masing-masing akan sangat memudahkan masyarakat karena masyarakat dapat mencukupi kebutuhan pangan dengan apa yang tersedia di daerahnya (Hubeis, 2012 dalam Arif Dwi Santoso, 2013). Selain itu, produksi beras, selalu identik dengan pertanian berbasis sawah/irigasi, dan ketergantungan terhadap beras menyebabkan terjadinya eksploitasi terhadap lahan irigasi sehingga dengan cepat mengalami deteriorasi. Kondisi demikian menyebabkan semakin pentingnya peran lahan kering (non irigasi) sebagai penopang produk pangan khususnya diversifikasi ke non beras. Kenyataan menunjukkan bahwa sekitar 40% lahan pertanian dunia adalah lahan kering yang terdistribusikan di Asia (34,4%), Afrika (24,15%) dan Amerika 24,03%. Di Indonesia sendiri potensi lahan kering sekitar 66,47 juta hektar menempati porsi sekitar 50% lahan Indonesia (Faisal K. dan Haryono, S, 2012). Lahan ini merupakan lahan potensial penunjang ketahanan pangan apabila dikelola dengan baik, serta system budidaya yang memadai.

Tanaman uwi merupakan sumber karbohidrat yang sangat potensial untuk diversifikasi pangan, mengingat tanaman ini sangat toleran ditanam di lahan kering dengan daya produksi yang tinggi. Dengan adanya kebijakan pola makan berbasis beras, keberadaan tanaman uwi mulai tersingkir dan semakin langka serta dikawatirkan sumber genetik tanaman uwi akan semakin hilang, padahal sumber genetik (plasma nutfah) merupakan karunia Tuhan yang tak ternilai harganya dan akan sangat bermanfaat bagi pengembangan pertanian di masa datang. Oleh karena itu upaya pelestarian plasma nutfah tanaman uwi dan juga tanaman sumber karbohidrat lain mempunyai nilai strategis bagi keberhasilan ketahanan pangan di masa mendatang saat jumlah penduduk terus meningkat yang kontradiktif dengan semakin menurunnya kuantitas dan kualitas lahan pertanian. Beras yang telah mendominasi di masyarakat, seakan-akan menutup peluang pengembangan komoditas lain seperti halnya tanaman uwi yang potensi produktivitasnya di Indonesia sangat besar. Tanaman non padi ini dapat diolah menjadi tepung yang dapat digunakan menjadi bahan beras sintesis. Pembuatan beras sintesis dengan sumberdaya lokal ini karena nilai gizinya dapat diatur melalui kombinasi yang tepat maka akan lebih cocok untuk berbagai preferensi konsumen, termasuk untuk tujuan-tujuan kesehatan.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian bertujuan untuk :

1. Mengeksplorasi, mengidentifikasi dan melestarikan plasma nutfah tanaman uwi
2. Pengembangan tanaman uwi melalui teknis budidaya yang baik, untuk mengintensifkan pendayagunaan lahan kering

3. Revitalisasi dan rekayasa uwi dari tanaman pangan taradisionil menjadi tanaman alternative non beras.
4. Partisipasi mewujudkan ketahanan pangan di masa depan

#### **Manfaat Penelitian**

1. Eksplorasi, pelestarian, dan pengembangan tanaman uwi sebagai salah satu sumber pangan alternatif masa depan.
2. Penyediaan dan pelestarian plasma sebagai sumber genetik penelitian pengembangan pangan di masa depan.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Problematika Pangan Indonesia**

Upaya peningkatan swasembada pangan tidak hanya berorientasi pada beras dan gandum saja namun didukung pula oleh jenis-jenis komoditas strategis lainnya seperti umbi-umbian, dan pohon-pohon penghasil pangan seperti sagu, sukun, aren serta pohon serba guna lainnya (*multipurpose tree specieses*). Ketahanan pangan akan mantap bila konsumsi masyarakat berasal dari berbagai sumber, terutama komoditi spesifik sebagai sumber pangan lokal (Alfons, 2012 dalam Sibuea, S. M. dkk., 2014).

Kenyataan menunjukkan bahwa sekitar 40% lahan pertanian dunia adalah lahan kering dan di Indonesia sendiri potensi lahan kering sekitar 66,47 juta hektar menempati porsi sekitar 50% lahan Indonesia (Faisal K. dan Haryono S., 2012). Lahan ini merupakan lahan potensial penunjang ketahanan pangan apabila dikelola dengan baik, serta menggunakan system budidaya yang memadai. Saat ini usahatani lahan kering didominasi padi ladang, jagung, ubi kayu dan ubi jalar. Hal demikian sangat dipengaruhi oleh pola konsumsi bahan makanan di Indonesia, sehingga tanaman potensial lain semakin terabaikan dan cenderung mengalami kelangkaan bahkan pemusnahan.

#### **Uwi, Plasma Nutfah dan Potensinya**

Tanaman uwi mempunyai peluang besar dalam program diversifikasi pangan karena sifatnya yang toleran terhadap naungan dan kekeringan sehingga cocok dikembangkan di lahan kering (Balitkabi, 2013; Dwi Susanto, 2010). Hal demikian juga sesuai dengan program mewujudkan kedaulatan pangan pada pemerintahan Jokowi-JK (Anonim, 2015). Dikatakan lebih lanjut oleh Acu Kusnandar ( Anonim, 2015) bahwa Kedaulatan Pangan tidak terlepas dari makna ketahanan pangan dan kemandirian pangan yang menunjukkan kecukupan persediaan bagi setiap orang baik kualitas maupun kuantitas pada setiap saat. Kerawanan pangan dapat menyebabkan gizi buruk dan kerawanan sosial, dan program kedaulatan pangan juga sangat strategis dikaitkan dengan pemberlakuan Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) pada akhir 2015.

Tidak ada satupun bahan makanan tunggal di dunia ini yang mengandung semua gizi yang diperlukan tubuh secara ideal. Oleh karena itu untuk mencukupi kebutuhan gizi, masyarakat seharusnya mengkonsumsi sumber karbohidrat lainnya selain beras (Wardhana, 2013). Indonesia memiliki banyak jenis dan ragam umbi-umbian yang potensial sebagai bahan pangan alternatif pengganti beras. Indonesia memiliki banyak jenis tumbuhan penghasil umbi-umbian yang dulu



banyak dikonsumsi oleh kakek dan nenek kita. Umbi-umbian tersebut dihasilkan oleh 4 jenis tumbuhan yang berbeda namun digolongkan dalam genus yang sama yakni *Dioscorea*. Anggota genus *Dioscorea* umumnya berupa perdu memanjat dengan daun bentuk jantung seperti daun sirih, ginjal, bulat telur, hingga bulat memanjang. Genus *Dioscorea* menghasilkan umbi di dalam tanah namun beberapa di antaranya juga memiliki umbi yang menggantung/aerial.

Plasma nutfah merupakan sumber daya alam keempat selain sumber daya air, sumber daya tanah dan udara yang penting untuk dilestarikan. Dalam bidang pertanian, plasma nutfah banyak dikaji dan dikoleksi dalam rangka meningkatkan produk pertanian dan penyediaan pangan karena plasma nutfah merupakan sumber gen yang berguna bagi perbaikan tanaman seperti gen untuk ketahanan terhadap penyakit, serangga, gulma dan gen untuk ketahanan terhadap cekaman lingkungan abiotik (Amrullah, 2011)

Ada dua metode pelestarian plasma nutfah yaitu pelestarian yaitu *in situ* dan *ex situ*. Pelestarian *in situ* adalah cara melestarikan plasma nutfah di dalam komunitasnya. Pelaksanaan pelestarian *ex situ* adalah cara pelestarian dengan mengeluarkan plasma nutfah dari wadahnya, ekosistemnya atau biotanya. Kekayaan Indonesia dalam sumber daya hayati (*biological resources*) sangat beragam dan banyak plasma nutfah tanaman asli berupa tanaman pangan dan tanaman rempah-rempah yang sangat potensial untuk dikembangkan dan dilestarikan (Heddy 2008 dalam Sahusilawane A. M., 2011).

### **Potensi uwi sebagai pangan masa depan**

Hasil penelitian Regina *et al*, 2011 menunjukkan bahwa di Nigeria produksi dan konsumsi uwi terus meningkat dari tahun 1996 hingga 2006 dengan peningkatan relatif lebih dari 400%, yang menunjukkan potensi uwi sebagai bahan pangan masa depan semakin penting. Sedangkan untuk memperoleh produksi tinggi, penanaman di awal musim sangat dianjurkan (Tobih *et al*, 2011). Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki beragam ekosistem sangat cocok bila bahan pangan pokok penduduknya beranekaragam. Penyediaan bahan pangan sesuai potensi daerah masing-masing akan sangat memudahkan masyarakat karena masyarakat dapat mencukupi kebutuhan pangan dengan apa yang tersedia di daerahnya (Hubeis, 2012 dalam Arif Dwi Santoso, 2013). Perhatian terhadap pengembangan komoditas sumber karbohidrat selain beras masih sangat kurang, padahal bahan pangan sumber karbohidrat lokal sebagai pendamping beras beragam jumlahnya. Beras yang telah mendominasi di masyarakat, seakan-akan menutup peluang pengembangan komoditas lain.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Ruang Lingkup**

Penelitian merupakan tahapan awal (tahun I) dari rangkaian penelitian multi tahun (3 tahun) dengan alur sebagai berikut :

Permasalahan	Solusi penelitian	Batasan masalah	Rumusan masalah
Tahun I			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Menurunnya keragaman genetik di tingkat petani</li> <li>Belum ada upaya serius pelestarian plasma nutfah</li> <li>Optimalisasi pemanfaatan lahan kering</li> </ul>	Observasi, inventarisasi, identifikasi dan koleksi tanaman uwi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observasi, inventarisasi, identifikasi tanaman uwi</li> <li>Lahan kering se ex Karesidenan Madiun sebagai wilayah sasaran penelitian</li> </ul>	Inventarisasi, identifikasi dan koleksi tanaman uwi untuk menunjang ketahanan pangan
Tahun II			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kesesuaian asesi uwi terkoleksi di lahan kering perlu pengujian</li> <li>Keterbatasan bahan tanaman/bibit untuk setiap musim tanam</li> <li>Kajian produksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kajian teknik perbanyak tanaman</li> <li>Uji daya adaptasi dan produksi di lahan kering marginal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode perbanyak tanaman dan uji produksi berbagai asesi tanaman uwi hasil inventarisasi dan identifikasi</li> </ul>	Teknik perbanyak tanaman, uji adaptasi dan produksi berbagai asesi tanaman uwi sekaligus untuk pelestarian plasma nutfah uwi.
Tahun III			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tingkat konsumsi masyarakat thd uwi rendah, terdesak oleh pola makan berbasis beras</li> <li>Perlu inovasi beras sintesis berbasis ubi-ubian, dengan bahan baku uwi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meningkatkan pola konsumsi non beras khususnya ubi-ubian</li> <li>Diperlukan beras sintesis non padi dengan kualitas gizi yang dapat diatur berbasis ubi-ubian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kajian nilai gizi untuk hasilkan kombinasi terbaik</li> <li>Rekayasa bahan pangan sintesis berbasis ubi-ubian</li> </ul>	Upaya memperoleh produk bahan pangan non beras berbasis ubi-ubian untuk menunjang ketahanan pangan

## PENELITIAN LANJUTAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT

### Tempat dan waktu

Penelitian dilakukan pada bulan Mei – September 2016, dengan wilayah observasi meliputi wilayah lahan kering di 5 kabupaten yaitu : Madiun, Ponorogo, Magetan, Ngawi dan Pacitan.

### Metode observasi dan pengumpulan data

Pemilihan wilayah observasi menggunakan teknis *purposive sampling*, dipilih wilayah lahan kering yang menurut informasi Dinas terkait (Dinas Pertanian) masih tersimpan obyek penelitian yang dimaksud (tanaman uwi) baik yang liar maupun yang dibudidayakan. Pengambilan sampel selanjutnya menggunakan teknis *snowball sampling*, berawal dari informasi yang diberikan

pejabat wilayah setempat. Data yang dikumpulkan adalah berupa umbi dari uwi yang diperoleh bisa utuh atau sebagian menurut kondisi situasi setempat.

Adapun wilayah sasaran observasi adalah sebagai berikut :







No	Kabupaten				
	Madiun (+kota Madiun)	Ponorogo	Ngawi	Magetan	Pacitan
kecamatan	Pilangkenceng	Sampung	Pitu	Sukomoro	Bandar
	Gemarang	Sawo	Kedunggalan	Parang	Nawangan
	Wungu	Ngrayun	Gerih	Bendo	Tegalombo
	Pilangkenceng	Badegan	Ngawi	Takeran	Donorojo
	Kare	Kauman		Poncol	Ngadirojo
	Mejayan	Bungkal			Kebonagung
	Taman	Slahung			Punung
	Saradan	Jambon			Pacitan
				Arjosari	
				Pringkuku	
				Tulakan	

### Teknik Analisis

Pada tahap awal penelitian ini, analisis hanya sebatas mengelompokkan umbi berdasarkan informasi awal dari petani tentang karakteristik botaninya, serta berdasarkan warna umbi yang diperoleh. Keragaman kondisi lingkungan tumbuh, waktu observasi serta kesulitan memperoleh data botani secara lengkap menjadi alasan rasional pengklusteran sampel asesi yang diperoleh. Sedangkan analisis secara lengkap berdasarkan botani dilakukan pada tahun ke dua saat dilakukan pengujian pada kondisi lingkungan yang terkendali.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi tanaman Uwi dikelompokkan berdasarkan warna umbi dan jenisnya sebagai berikut :

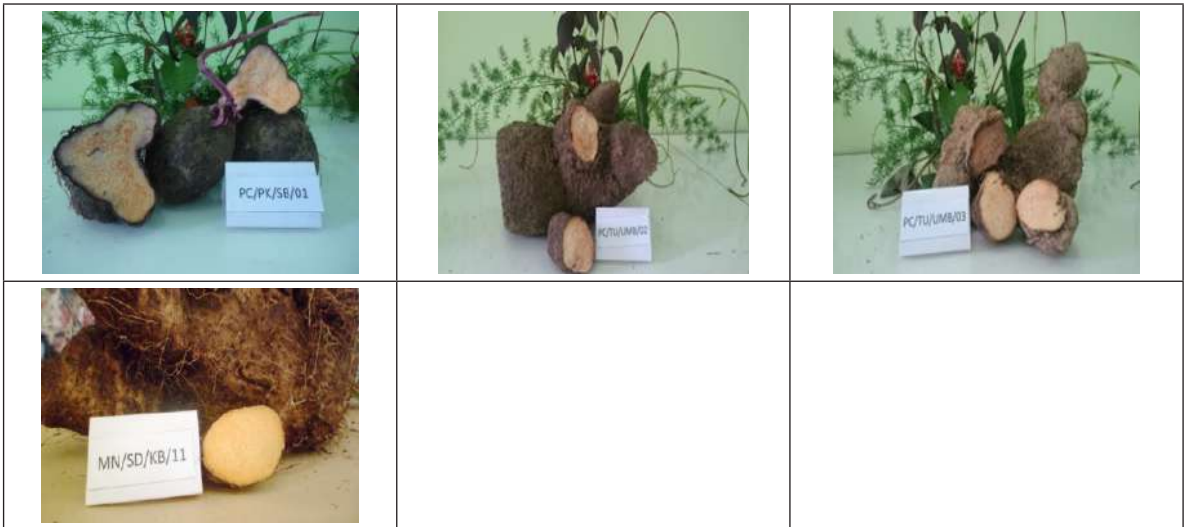
Jenis : Dioscorea alata		
Warna Dasar : Putih		
		
		



Warna dasar : Kuning







**Warna dasar ungu :**





**Dioscorea aculeata**







### Dioscorea pentaphylla



### Dioscorea hispida



Dari gambar di atas menunjukkan bahwa jenis *Dioscorea alata* merupakan jenis yang paling banyak ditemukan dengan keragaman yang tinggi pula. Sebaran jenis ini juga paling luas, ada di seluruh wilayah kabupaten. Dilihat dari tingkat preferensi, semakin cerah warna umbi semakin disukai masyarakat sehingga masih banyak dibudidayakan. Untuk menunjukkan apakah variasi warna umbi mengindikasikan adanya perbedaan genetik perlu pengujian pada kondisi lingkungan yang sama dan pada lokasi yang berbeda. Jenis *Dioscorea aculeata* tidak banyak ditemukan, namun di beberapa tempat masih dibudidayakan dan masih diperjual belikan di pasar tradisional. Jenis *Dioscorea hispida* masih banyak ditemui dan digunakan sebagai bahan baku industri keripik gadung. Sedangkan jenis *Dioscorea pentaphylla* hanya ditemukan di dua lokasi. Berdasarkan informasi masyarakat, pernah ada jenis *Dioscorea bulbiferana* namun sudah sulit ditemukan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Tanaman uwi khususnya *Dioscorea alata* mempunyai sebaran paling luas dengan spesifikasi nama yang berbeda menurut wilayah geografis.
2. Tanaman uwi sebagian besar tumbuh secara liar di pekarangan, ladang dan hutan dan hanya jenis tertentu yang mempunyai tingkat edibilitas tinggi yang dibudidayakan.
3. Jenis yang masih sering diperjual belikan adalah jenis *Dioscorea aculeata* (gembili,

gembolo) dan *D. Hispida* (gadhung). Jenis pertama dapat dikonsumsi langsung, jenis kedua merupakan bahan baku industri kripik gadhung.

4. Identifikasi baru dilakukan sebatas berdasarkan warna umbi, sedangkan bagian atas masih bersifat diskriptif menurut informasi petani. Pendalaman identifikasi dilakukan bersamaan uji produksi di tahun ke 2.

#### Saran

1. Perlu penelitian lanjutan yang cukup luas berkaitan peningkatan preferensi melalui variasi produk olahan berbasis uwi, mengingat uwi sebagai sumber karbohidrat mempunyai potensi yang sangat besar untuk dibudidayakan di lahan kering Indonesia yang sebarannya cukup luas.
2. Perlu upaya serius penyelamatan plasma nutfah tanaman uwi dan ubi-ubian lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agbarevo, M.N. Benjamin, 2014. An Evaluation Of Farmer's Adoption Of Yam Mini-Sett Technique In Cross-River State, Nigeria. *European Of Research in Social State*, Vol. 2 No. 3. Departmen Of Rural Sociology and Extension, Michael Okpara University Of Agricultura, Umudike, Nigeria.
- Akbar Anwari, 2014. Kondisi Ketahanan Pangan Indonesia Saat Ini. *Kompasiana Agrobis*. [www.kompasiana.akbar-anwari](http://www.kompasiana.akbar-anwari). unduh 18 Mei 2015.
- Anonim, 2013. Uwi-uwian (dioscorea) : Pangan Alternatif yang belum Banyak Dieksplotasi. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. <http://balitkabi.litbang-pertanian.go.id>.
- Anonim, 2014. Ketahanan Pangan dan Kedaulatan Pangan : Semua Pihak terlibat. Portal Nasional RI. Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Arif Dwi Santoso, Warji, Dwi Dian N. dan Tamrin, 2013. Pembuatan dan Uji Karakteristik Beras Sintetis Berbahan Dasar Tepung Jagung. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol. 2 No. 1 : 27-34
- Dian Indra Sari, S.P. ?. Pentingnya Plasma Nutfah dan Upaya Pelestariannya. Pengawas Benih Tanaman Ahli Pertama. BBPPTP. Surabaya
- Dwi Susanto, 2010. Pertumbuhan Umbi Dioscorea alata Pada Perlakuan Pemberian bahan Organik dan Pupuk NPK. *Mulawarman Scientific*, Volume 9, Nomor 1. FMIPA Universitas Mulawarman.
- Ironkwe, A. G., and R Asiedu, 2014. Women Farmers in Seed Yam Production : Implication For increased productivity and Sustainable Yam Improvement in Southeastern Nigeria. A Research Article in *AJRTC (2014) African Journal of Root and Tuber Crops* Vol. 11 No. 1.56-64.
- Lingga, P, B. Sarwono, F. Rahardi, P.C. Rahardja, J.J. Afriastini, R. Wudianto, W.H. Apriadji, 1992. *Bertanam Ubi-ubian*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Omojola, J. Toba, 2014. Cost – Return Analysis of Upland Yam Production in Ekiti State, Nigeria. *Advanced Journal of Agricultural Research*. Vol. 2(006) pp 099-103.

- Purwiyatno H., 2013. Peranan Industri Untuk Penguatan Ketahanan Pangan Mandiri dan Berdaulat. Simposium Pangan Nasional Indofood.
- Regina H.Y. Fu, Hidehiko K and Makoto M, 2011. Research on Yam Production, Marketing and Consumption of Nupe Farmers of Niger State, Central Nigeria. African Journal Of Agricultura Research Vol. 6 (23) pp 5301-5313.
- Sahusilawane A.M, Kembauw E., Matulesy F. 2011. Pelestarian Plasma Nutfah Tanaman Pangan Secara Tradisionil Dalam Menjaga Ketahanan Pangan di Pulau Kisar Kabupaten Maluku Barat Daya Provinsi Maluku. Prosiding Seminar Nasional. Pengembangan Pulau-Pulau Kecil. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Pattimura, Ambon.
- Sukar, 1996. Eksplorasi, Pemanfaatan dan Budidaya Uwi (*Dioscorea* sp) di Irian Jaya. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Cenderawasih. Manokwari.
- Tri Hariyono, ?Dari Ketahanan Pangan menuju Kedaulatan Pangan. [www.academia.edu](http://www.academia.edu). Unduh 15 Maret 2014. 10.00
- Tobih, F.O, Okonmoi L.U., Omoloye, AA, 2011. Assesment of Yield Potensials and Damage of Yams in Uncontroled Upland Yam Monocrop System with Varying Planting Dates in Oshimili Area of Delta State, Nigeria. International Journal Of Agriscience Vol. I(3) PP 178-184.
- Wuryantoro, 2010. Pemberdayaan Kelompok Tani Sidomakmur Desa Cepoko, Kec. Ngrayun Kabupaten Ponorogo. Program Insentif PI-UMKM BPPT kerja sama dengan LPPM Unmer Madiun. LPPM Universitas Merdeka Madiun
- Yalindua, A., 2014. Potensi Genetik Klon Tanaman Uwi (*Dioscorea alata* L.) asal Banggai Kepulauan Sebagai Sumber Pangan Dalam Menunjang Ketahanan Nasional. <http://repository.ipb.ac.id>. IPB Bogor. Unduh 15 Maret 2015. 10.10.

# APLIKASI BEKATUL KULIT BIJI KEDELAI (TITEN) DENGAN LIMBAH AMPAS KECAP (BUNGKIL) KULIT SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN HASIL JAMUR TIRAM PUTIH (*PLEOTERUS OSTREATUS*)

Sri Rahayu<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Madiun

\*e-mail: rahayusri609@gmail.com

## Abstract

The research aims to determine the correlation between the application of the waste pulp of black soya sauce (meal) and soybean seed coat (Titen) on growth and yield of white oyster mushroom (*Pleorutus ostreatus*). The research was conducted in the laboratory in the Faculty of Agriculture Mushrooms and Kumbung Sugihwaras Fild, Saradan sub distric, Madiun distric using a randomized block design factorial and repeated 3 times. Factor I: Application Dose bran skin soybean (titen) consisting of T0: without dose bran skin soybean (titen), T1: The dose of bran skin soybean (titen) 30%, T2: The dose of bran skin soybean (titen) 60% T3: Dose bran skin soybean (titen) 90% factor II: Application dose waste pulp soy sauce (meal) composed of B1: dose of waste pulp soy sauce (meal) 30%, B2 dose waste pulp soy sauce (meal) 60%, B3: dose of waste pulp soy sauce (meal) 90% gained 12 combined treatment. Data were analyzed statistically Anova continued with Duncan test and correlation chart. The parameters observed percentage growth rate of mycelia, the number of fruit bodies, mushroom cob diameter (cm), weight of the total weight of fresh mushrooms and fungi. The results showed highly significant correlation parameter number of fruit body ages 1, 2, and 4 weeks; hump diameter parameter aged 1, 3, 4 and 6 weeks; mushrooms fresh weight (kg) aged 1 and 3 weeks, the total weight of the mushrooms (kg)

**Keywords:** *White Oyster Mushroom; bran husk black soybean (Titen); soy pulp waste (meal)*

## PENDAHULUAN

Prospek kedepan jamur tiram cukup cerah, selain nilai gisi tinggi, harga terjangkau, permintaan pasar terus meningkat, namun kebutuhan pasar belum terpenuhi disebabkan produktivitas jamur tiram masih rendah dan terbatas. Sehingga berpengaruh langsung terhadap rendahnya pendapatan petani. Kondisi seperti ini tidak dapat dibiarkan terus berlangsung, namun harus segera mencari alternatif pemecahannya melalui kajian dan penerapan paket teknologi. Pilihan utama dalam mengusahakan budidaya jamur tiram adanya penambahan

pasokan nutrisi, Sedangkan nutrisi yang dibutuhkan jamur tiram dapat diusahakan dengan memanfaatkan limbah bahan pangan yang dibuang begitu saja misal bekatul kulit ari kedelai (titen) dan limbah ampas kecap kedelai hitam(bungkil) cukup terjangkau dan mudah ditemui dilingkungan dalam bentuk limbah ataupun limbah-limbah lain( Rahayu, 2015).. Limbah kulit biji kedelai dapat digunakan sebagai pengganti bekatul padi pada media tanam jamur tiram putih. Kulit ari biji kedelai mengandung nutrisi yang dibutuhkan jamur untuk pertumbuhannya seperti karbohidrat 86%, protein 9%, abu 4% dan lemak 1%. Selain itu, kulit biji kedelai juga mengandung berbagai macam asam amino seperti glisin, asam aspartat, asam glutamat, lisin, serin, leusin, prolin, tirosin, valin, arginin, alanin, isoleusin, fenil alanin.( **Sadad, Asri, dan Ratnasari, 2014**). Selain itu limbah industri pertanian misal limbah kecap kedelai hitam (bungkil) bisa dimanfaatkan sebagai penambahan hormone pertumbuhan karena banyak mengandung karbohidrat, lemak nabati dan protein. Bekatul kulit biji kedelai hitam (titen) dan limbah ampas kecap kedelai hitam dengan kandungan hormone didalamnya mampu merangsang pertumbuhan hingga meningkatkan hasil jamur tiram secara optimal dengan kuantitas dan kualitas tinggi .

Berdasar berbagai permasalahan diatas, maka perlu adanya penelitian “Aplikasi Limbah Ampas Kecap (Bungkil) Kedelai Hitam dengan Bekatul Kulit Kedelai (Titen) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jamur Tiram Putih (*Pleorutus ostreatus*) “

## TINJAUAN PUSTAKA

### Unsur Yang Terkandung Dalam Jamur Tiram

Jamur tiram putih (*Pleorus ostreatus*) tanaman yang tidak berklorofil sehingga tidak bisa melakukan fotosintesis, memperoleh makanan secara heterotrof dengan mengambil zat-zat makanan seperti selulosa, glukosa, lignin, protein dan senyawa pati dari bahan organik. Bahan organik yang ada disekitar tempat tumbuhnya diubah menjadi molekul-molekul sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh hifa, yang selanjutnya molekul-molekul tersebut diserap oleh hifa. Jamur merupakan tanaman berupa sulur halus menempel pada kompos yang disebut miselia ( Gunawan, 2005). Hasil penelitian Widodo (2007), menunjukkan bahwa jamur tiram memiliki kandungan kalori energi 367 kal, protein 10,5 – 30,4 gram, karbohidrat 56,6 gram lemak 1,7-2,2 gram, thiamin 0,20 miligram , riboflavin 4,7- 4,9 miligram , Kalium 3,793 miligram pospor 717 miligram, Kalsium 314 miligram, na (natrium) 837 miligram besi 3,4 - 18,2 miligram , asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dan tidak mengandung kolesterol.

### Media Tumbuh Jamur

#### a. Media jamur titen (limbah kulit ari kedelai hitam)

Bekatul jagung juga kaya hara. Adapun kandungan haranya adalah 1% air; 356 kalori; 9% protein; 8,5% lemak; 64,5% karbohidrat; 200 mg Ca; 10 mg Fe; 500 mg P; 51 mg/100 g bahan vitamin A; 1,2 mg vitamin B dan 89 % vitamin C (Isnawati dan Mahanani, 2003). Kandungan nutrisi yang terdapat pada bekatul padi juga terdapat pada kulit ari biji kedelai, sehingga kulit ari biji kedelai dapat digunakan sebagai pengganti bekatul padi pada media tanam jamur tiram putih. Kulit ari biji kedelai mengandung nutrisi yang dibutuhkan jamur untuk pertumbuhannya seperti karbohidrat 86%, protein 9%, abu 4% dan lemak 1%. Selain itu, kulit ari biji kedelai juga mengandung berbagai macam asam amino seperti glisin, asam

aspartat, asam glutamat, lisin, serin, leusin, prolin, tirosin, valin, arginin, alanin, isoleusin, fenil alanin, Jamur tiram putih (*Pleorus ostreatus*) tanaman yang tidak berklorofil sehingga tidak bisa melakukan fotosintesis, memperoleh makanan secara heterotrof dengan mengambil zat-zat makanan seperti selulosa, glukosa, lignin, protein dan senyawa pati dari bahan organik. Bahan organik yang ada disekitar tempat tumbuhnya diubah menjadi molekul-molekul sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh hifa, yang selanjutnya molekul-molekul tersebut diserap oleh hifa. Jamur merupakan tanaman berupa sulur halus menempel pada kompos yang disebut miselia (Gunawan, 2005).

**b. Media jamur bungkil (limbah ampas kecap kedelai hitam)**

Kegiatan manusia dapat berpengaruh terhadap perubahan lingkungan. Kegiatan ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan yang biasa disebut limbah. Limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat mengakibatkan rusaknya lingkungan bahkan dapat mengganggu kesehatan penduduk sekitar (Hadisusanto, dkk, 2005). Dengan demikian limbah tersebut dapat dikatakan sebagai bahan pencemar atau polutan. Bungkil merupakan limbah kecap kedelai hitam yang banyak mengandung karbohidrat. Menurut Drew (1980), bahwa karbohidrat, gula mampu menghasilkan zeatin dan zeatin riboksida. Zeatin merupakan sitokinin alami, sitokinin bersama auxin mempunyai peranan penting untuk mendorong pembelahan sel dan defrensiasi jaringan dalam pembentukan tunas pucuk dan pembentukan akar tanaman.

**c. Hubungan antara limbah kulit kedelai hitam (Titen) dengan limbah ampas kecap kedelai hitam (bungkil)**

Karbohidrat yang terkandung dalam bekatul kulit ari biji kedelai dan yang ampas kecap kedelai hitam merupakan media yang mudah ditumbuhi oleh mikroba terutama oleh jamur jamur dapat berkembang dan menghasilkan mikotosin. Hara yang dihasilkan kedua bahan tersebut dapat menghasilkan produksi tinggi dan rendahnya laju pelapukan, tetapi juga menyebabkan semakin panjang jumlah periode panen. Bila hara tambahan diberikan dalam jumlah banyak maka akan memperpanjang masa vegetatif (masa pertumbuhan miselium) dan jamur yang dihasilkan akan lebih besar dan sukulen. (Suriawiria, 2001). Dengan mengkomposisikan perpaduan kedua media tersebut akan menghasilkan perkembangan biakan miselia yang optimal dan menghasilkan jamur tiram putih yang berkualitas dengan viabilitas tinggi.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas pertanian dan Kumbung Jamur Gapoktan sambirejo Kec. Saradan Kab. Madiun dengan topografi kemiringan 3% (datar), kondisi iklim tipe C Oldemen, ketinggian tempat 63 m diatas permukaan air laut, suhu rata-rata 28-32°C. Penelitian lapangan dilakukan selama 6 bulan pada bulan Mei – Oktober 2016

### **Bahan dan Alat**

Bahan penelitian adalah bibit jamur tiram, bahan baku media berupa limbah bungkil kedelai hitam, bahan suplemen dalam bentuk bekatul kulit kedelai (titen), gips, kapur. Alat yang

digunakan drum, plastik 0.8, kompor gas industri, cangkul, skop, ember, hand sprayer, cincin paralon, paravin, korek api, jangka, thermometer ruangan, silet, gunting, pisau plastik.

### Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lapangan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dan diulang 3 kali. Faktor I : Aplikasi Dosis bekatul kulit kedelai (titen) terdiri dari  $T_0$  : tanpa Dosis bekatul kulit kedelai (titen),  $T_1$  : Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 30 %,  $T_2$  : Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 60 %  $T_3$  : Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 90 % Faktor II : Aplikasi Dosis limbah ampas kecap (bungkil) terdiri dari  $B_1$  : dosis limbah ampas kecap(bungkil) 30 %,  $B_2$  limbah ampas kecap (bungkil) 60 % ,  $B_3$  : Dosis limbah ampas kecap (bungkil) 90 % diperoleh 12 kombinasi. Parameter yang diamati diantaranya : peubah pertumbuhan jamur : prosentase kecepatan tumbuh, jumlah badan buah, diameter bonggol jamur. Peubah hasil jamur : umur panen, berat segar jamur, total berat segar. Data dianalisis menggunakan analisis Ragam dilanjut uji Duncan dan grafik korelasi.

### Pelaksanaan

Proses pembuatan media baglog, sterilisasi bahan, sterilisasi alat, sterilisasi ruang isolasi, steilisasi ruang incubasi, persiapan kumbung. Persiapan bahan tanaman bibit steril dan tidak terkontaminasi, umur bibit 1 kali 24 jam dan paling lambat 4 kali 24 jam. Inokulasi dilakukan pada pengungkit diantara lampu spirtus, pelaksanaan inokulasi secepat mungkin untuk menekan tingkat kontaminasi. Pengisian baglog , sterilisasi baglog selama 12 jam , inokulasi bibit jamur kedalam baglog , baglog yang sudah diinokulasi bibit jamur diincubasi incubasi selama 4 minggu . Setelah baglog penuh ditumbuhi miselia dipindah ke kumbung , dilakukan penyobekan dan pemeliharaan dengan penyiraman dengan suhu dijaga sekitar 26-27<sup>0</sup> C

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah Badan Buah

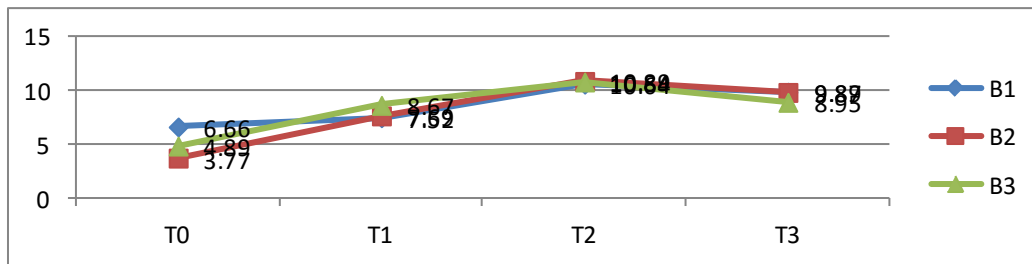
Hasil analisis statistik antara perlakuan Dosis bekatul kulit kedelai (titen = T) dengan dosis limbah ampas kecap (bungkil) (B) terhadap peubah jumlah badan buah pada periode panen minggu ke 2, 4 dan 6 menunjukkan adanya korelasi nyata. Rerata jumlah badan buah ditunjukkan pada Tabel 1 dan bentuk korelasi kedua faktor ditunjukkan pada gambar 1, 2 dan 3

**Tabel 1** : Rerata aplikasi antara Dosis bekatul kulit ari kedelai (titen = T) dengan limbah ampas kecap (bungkil = B) terhadap peubah jumlah badan buah pada periode panen 2, 4, dan 6 minggu

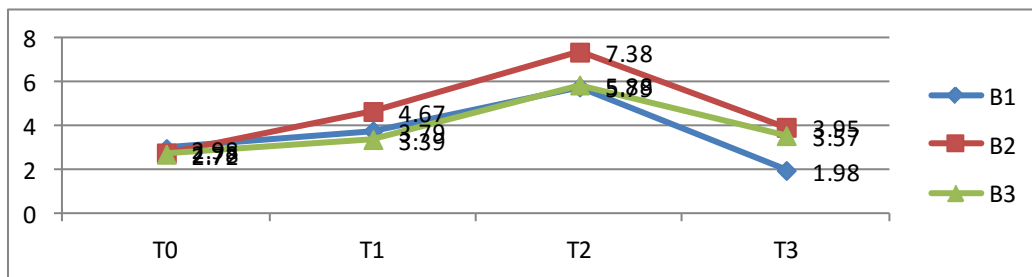
Kombinasi Perlakuan	Jumlah Badan Buah minggu ke		
	2	4	6
$T_0 B_1$	6.66bc	2.98a	3.76a
$T_1 B_1$	7.52bc	3.79ab	4.89ab
$T_2 B_1$	10.64c	5.79ab	5.79ab
$T_3 B_1$	9.89 c	1.98a	2.57a
$T_0 B_2$	3.77a	2.78a	2.84a
$T_1 B_2$	7.69bc	4.67ab	5.81ab

$T_2 B_2$	10.89c	7.38b	6.84ab
$T_3 B_2$	9.87bc	3.95a	2.99a
$T_0 B_3$	4.89ab	2.72a	5.86ab
$T_1 B_3$	8.67bc	3.39ab	2.89a
$T_2 B_3$	10.84c	5.88ab	5.89ab
$T_3 B_3$	8.95bc	3.57ab	5.55ab

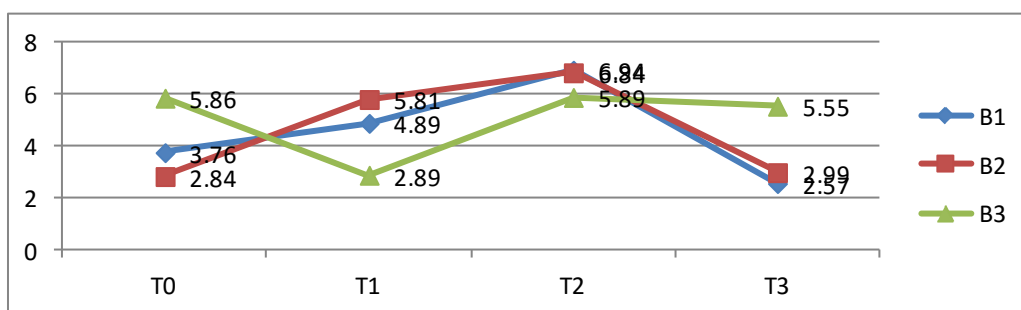
Keterangan : huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata dengan uji Duncan 5 %



**Gambar 1.** Interaksi antara Dosis bekatul kulit kedelai (titen = T) dengan limbah ampas kecap (Bungkil = B) terhadap peubah jumlah badan buah periode panen minggu ke 2.



**Gambar 2.** Interaksi antara Dosis bekatul kulit kedelai (titen = T) dengan limbah ampas kecap (Bungkil = B) terhadap peubah jumlah badan buah pada panen minggu ke 4.



**Gambar 3.** Interaksi antara Dosis bekatul kulit kedelai (titen = T) dengan limbah ampas kecap (Bungkil = B) terhadap peubah jumlah badan buah pada panen minggu ke 6.

Tabel 1 gambar 1, 2 dan 3 menunjukkan bahwa rerata tertinggi jumlah badan buah periode panen 2 minggu, dicapai kombinasi perlakuan  $T_2 B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 60% : 60% dosis limbah ampas kecap (bungkil) = 10.89. Rerata tertinggi jumlah badan buah periode



panen 4 minggu dicapai pada kombinasi perlakuan  $T_2 B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 60% : 60% dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil) = 7.38 Rerata tertinggi jumlah badan buah periode panen 6 minggu dicapai pada kombinasi perlakuan  $T_2 B_1$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 60% : 30% dosis limbah ampas kecap(bungkil) 6.94

### Diameter Bonggol

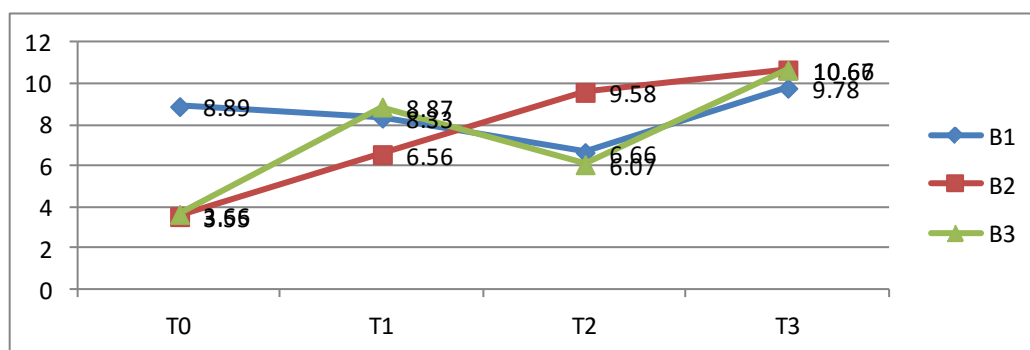
Hasil analisis statistik Dosis bekatul kulit kedelai (titen)(T) dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil) (B) terhadap peubah diameter bonggol pada periode panen minggu ke 1, 3, 4 dan 6 . Rerata peubah diameter bonggol ditunjukkan pada Tabel 2 .

**Tabel 2 :** Rerata Dosis bekatul kulit kedelai (titen ) ( T) dengan limbah ampas kecap (bungkil = B) terhadap peubah diameter bonggol pada periode panen minggu ke 1,3,4, dan 6

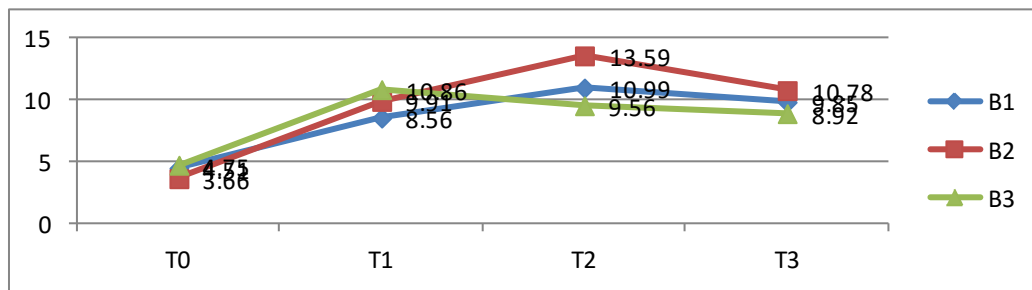
### Kombinasi

Perlakuan	Diameter Bonggol panen minggu ke			
	1	3	4	6
$T_0 B_1$	8.89ab	4.51a	3.58a	3.86ab
$T_1 B_1$	8.33ab	8.56ab	2.73a	3.93ab
$T_2 B$	6.66ab	10.99ab	3.66a	6.99c
$T_3 B_1$	9.78b	9.85ab	4.21b	2.86a
$T_0 B_2$	3.55a	3.66a	2.91a	2.99a
$T_1 B_2$	6.56ab	9.91ab	3.72ab	2.67a
$T_2 B_2$	9.58b	13.59b	7.79c	5.21bc
$T_3 B_2$	10.67b	10.78ab	3.72a	7.89c
$T_0 B_3$	3.66a	4.75a	4.89ab	3.85ab
$T_1 B_3$	8.87ab	10.86ab	4.53ab	4.61bc
$T_2 B_3$	6.07ab	9.56ab	5.87abc	4.77bc
$T_3 B_3$	10.66b	8.92ab	4.93ab	4.75bc

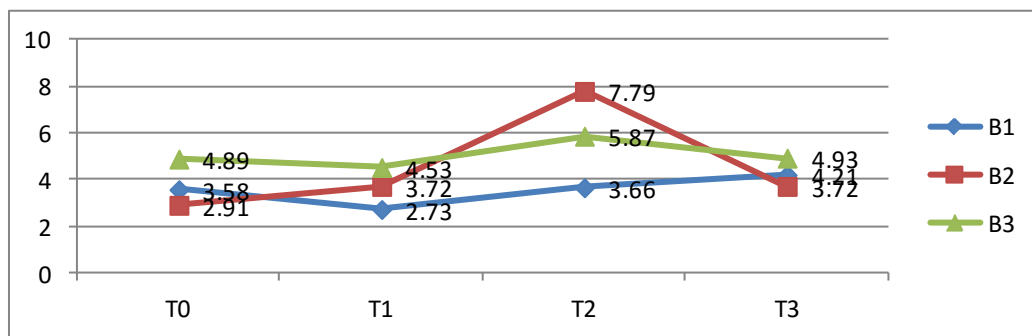
Keterangan : huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata dengan uji Duncan 5 %



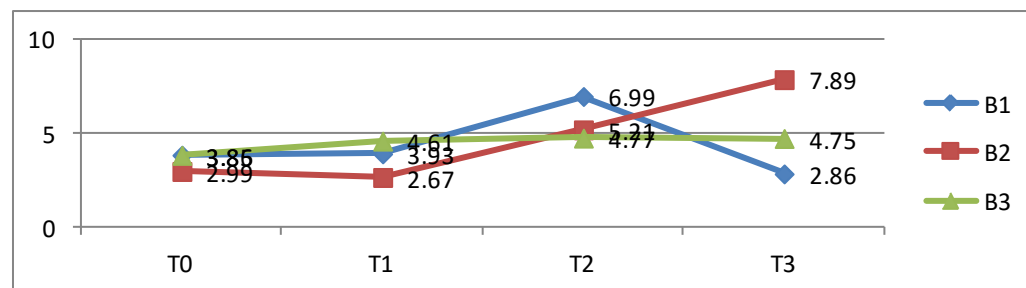
**Gambar 4.** Interaksi antara Dosis bekatul kulit kedelai (titen = T) dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil) (B) terhadap peubah diameter bonggol panen minggu ke 1.



**Gambar 5.** Interaksi antara Dosis bekatul kulit kedelai (titen = T) dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil) (B) terhadap peubah diameter bonggol pada panen minggu ke 3.



**Gambar 6.** Interaksi antara Dosis bekatul kulit kedelai (titen = T) dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil)(B) terhadap peubah diameter bonggol pada panen minggu ke 4



**Gambar 7.** Interaksi antara Dosis bekatul kulit kedelai (titen)(T) dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil)(B) terhadap peubah diameter bonggol pada panen minggu ke 6.

Tabel 2 gambar 4, 5, 6 dan 7 menunjukkan bentuk korelasi nyata antara perlakuan Dosis bekatul kulit kedelai (Titen = T) dengan (limbah ampas kecap (bungkil = B) . Rerata tertinggi diameter bonggol periode panen 1 minggu dicapai kombinasi perlakuan  $T_3 B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 90% : 60% dengan dosis limbah ampas kecap (bungkil) = 10.67. Rerata tertinggi diameter bonggol periode panen 3 minggu dicapai pada kombinasi perlakuan  $T_3 B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 90% : 60% dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil) 13.59 Rerata tertinggi diameter bonggol periode panen 6 minggu dicapai pada kombinasi perlakuan  $T_2 B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 60% : 60 dosis limbah ampas kecap (bungkil) = 7.79 Rerata tertinggi diameter bonggol periode panen 6 minggu dicapai pada kombinasi perlakuan  $T_3 B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 90% : 60 dosis limbah ampas kecap (bungkil) = 6.47

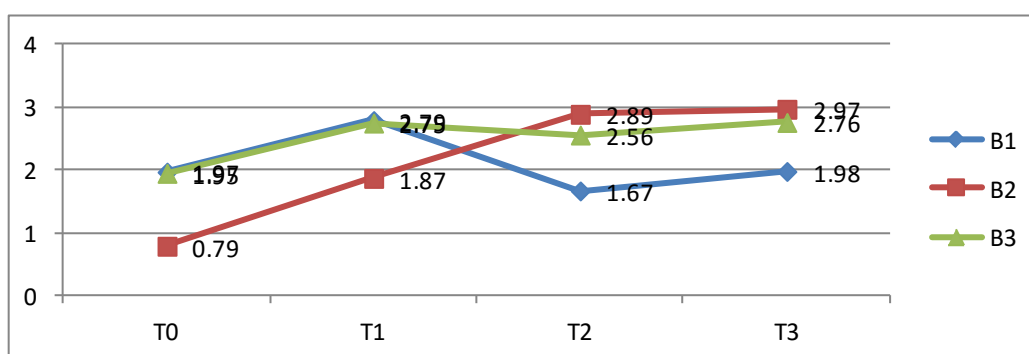
## Berat Segar dan Berat Total Jamur

Hasil analisis statistik antara perlakuan Dosis bekatul kulit kedelai (titen) (T) dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil) (B) menunjukkan korelasi nyata pada parameter peubah berat segar jamur pada periode panen minggu ke 1 dan 3 dan peubah berat total produksi menunjukkan adanya interaksi nyata. Rerata peubah berat segar dan berat total jamur ditunjukkan pada tabel 3 dan bentuk korelasi kedua faktor ditunjukkan pada gambar 8 , 9 dan 10

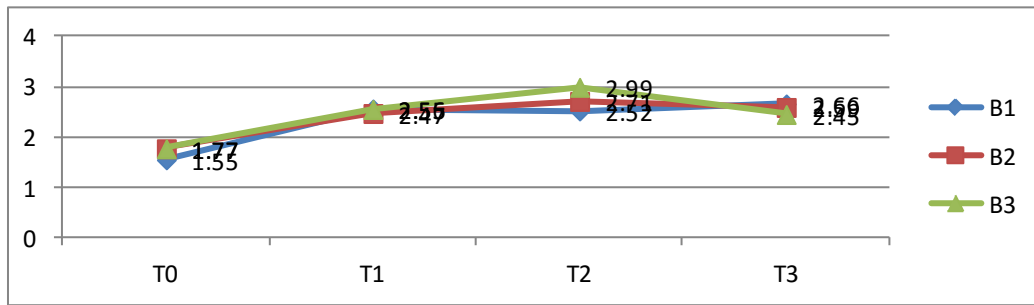
**Tabel 3 :** Rerata interaksi antara Dosis bekatul kulit kedelai (titen) (T) dengan limbah ampas kecap( bungkil) ( B) terhadap peubah Berat segar jamur (kg) pada periode panen 1 dan 3 minggu dan berat total

Kombinasi perlakuan	Berat Segar Jamur minggu ke		Berat Total (Kg)
	1	3	
T <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	1.97ab	1.55ab	2.53ab
T <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	2.79bc	2.56bc	2.77ab
T <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	1.67ab	2.52bc	3.66cd
T <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	1.98bc	2.66bc	3.67bcd
T <sub>0</sub> B <sub>2</sub>	0.79a	1.77a	1.45a
T <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	1.87bc	2.47ab	3.89 bcd
T <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	2.89c	2.71c	3.95cd
T <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	2.97c	2.59bc	4.99d
T <sub>0</sub> B <sub>3</sub>	1.95a	1.77ab	3.78cd
T <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	2.75bc	2.55bc	1.90a
T <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	2.56ab	2.99bc	3.67bcd
T <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	2.76bc	2.45bc	3.98 cd

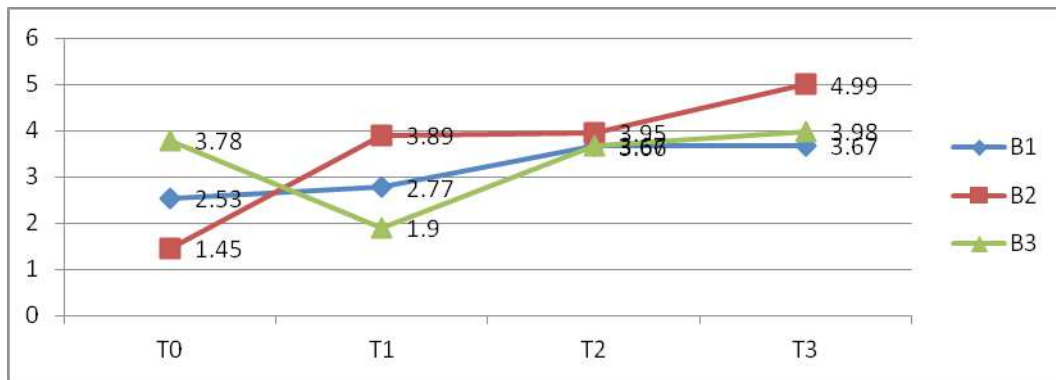
Keterangan : huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata dengan uji Duncan 5 %



**Gambar 8.** Interaksi antara perlakuan Dosis bekatul kulit kedelai ( titen) (T) dosis limbah ampas kecap(bungkil) (B) terhadap peubah berat segar jamur tiram putih pada panen minggu ke 1.



**Gambar 9.** Interaksi antara perlakuan Dosis bekatul kulit kedelai (titen = T) dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil) (B) terhadap peubah berat segar jamur tiram putih (kg) pada panen minggu ke 3



**Gambar 10.** Interaksi antara perlakuan Dosis bekatul kulit kedelai (titen) (T) dengan dosis limbah ampas kecap(bungkil) (B) terhadap peubah Total produksi.

Tabel 3 gambar 8 dan 9 menunjukkan bahwa rerata tertinggi berat segar periode panen 1 minggu dicapai kombinasi perlakuan  $T_3B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 90% : 60% dosis limbah ampas kecap(bungkil) = 2.97 kg. Rerata tertinggi berat segar badan buah periode panen 3 minggu dicapai pada kombinasi perlakuan  $T_2B_3$  (Dosis bekatul kulit kedelai) (titen) 60% : 90% dosis limbah ampas kecap(bungkil) = 2.99 kg Tabel 4 gambar 10 menunjukkan bahwa rerata tertinggi total produksi dicapai kombinasi perlakuan  $T_3B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 90% : 60% dosis limbah ampas kecap(bungkil) = 4.99 kg.

## PEMBAHASAN

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa dicapai kombinasi perlakuan  $T_2B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen) 60% : 60% dosis limbah ampas kecap(bungkil) menunjukkan rata-rata tertinggi pada parameter jumlah bakal buah. hal ini diduga bahwa pemberian dosis bekatul titen dan limbah ampas kecap (bungkil) yang berimbang mampu memberikan kecepatan pertumbuhan bakal buah optimal, hal ini diduga bahwa setelah perkembangan miselia mencapai 100% misellium akan berkumpul membentuk badan buah atau basidiokrap. Ketersediaan unsur hara dan nutrisi yang cukup akan meningkatkan jumlah badan buah dan diikuti dengan membesarnya bonggol jamur, memperpendek umur panen dan peningkatan berat segar jamur dapat mencapai hasil optimal. Diperjelas Gunawan (2005), bahwa bibit jamur yang sudah ditanam umumnya masih dalam bentuk miselium akan tumbuh dan berkembang ke segala arah

pada kondisi lingkungan yang baik. Apabila perkembangan miselium sudah mencapai optimal akan diikuti pertumbuhan bakal buah yang semakin lama akan semakin membesar membentuk tubuh buah yang disebut badan buah.

Kombinasi perlakuan  $T_3 B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen)) 60% : 90% dosis limbah ampas kecap (bungkil) menunjukkan berat basah jamur tertinggi dipengaruhi oleh besarnya diameter tudung, dan jumlah badan buah yang keduanya dipengaruhi oleh dampak kandungan nutrisi pada media sebagai penambahan hormone pertumbuhan karena banyak mengandung zat perangsang tumbuh dalam bentuk kandungan nutrisi alami terdiri dari garam-garam mineral, gula, vitamin, protein, lemak netral 4 gram karbohidrat, 0.1 gram lemak, 0.2 gram kalsium, 0.01 gram pospor, 0.5 gram besi dan sisanya adalah asam amino, vitamin C, B kompleks, garam mineral sitokinin 5.8 mg/liter, auxin 0.07 mg/liter dan giberelin. Bekatul kulit kedelai (titen) dengan kandungan hormone didalamnya mampu merangsang pertumbuhan hingga meningkatkan hasil jamur tiram secara optimal dengan kuantitas dan kualitas tinggi (Rahmi, 2012). . Drew (1980) mendapatkan kombinasi perlakuan  $T_3 B_2$  (Dosis bekatul kulit kedelai (titen)) 90% : 60% dosis limbah ampas kecap (bungkil) mengandung zeatin dan zeatin riboksida. Zeatin merupakan sitokinin alami, sitokinin bersama auxin mempunyai peranan penting untuk mendorong pembelahan sel dan defrensiasi jaringan dalam pembentukan tunas pucuk dan pembentukan akar tanaman. Sebagaimana yang dijelaskan Gardner (1991), respon auxin berhubungan dengan konsentrasi, konsentrasi tinggi bersifat menghambat pertumbuhan tanaman ditunjukkan dengan gejala ketidak normalan perkembangan tanaman kerdil, kelainan bentuk dan konsentrasi rendah tidak berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Ketersediaan unsur hara dan hormone secara maksimal terhadap peubah jumlah buah, diameter bonggol berat basah dan berat total jamur tiram .

Jamur tiram merupakan organisme yang tidak memiliki klorofil, akar, serta jaringan pembuluh, sehingga jamur tidak mampu menggunakan  $CO_2$  (karbon dioksida) sebagai sumber karbohidrat dan senyawa organik lain, dengan demikian keperluan hidupnya tergantung dari sumber nutrisi terutama karbohidrat yang ada. Selanjutnya Rahmi (2012) menyatakan jamur menyerap makanan dalam bentuk jadi seperti selulosa , glukosa, lignin, protein dan senyawa pati. Senyawa tersebut diuraikan dengan bantuan enzim yang diproduksi oleh hifa sehingga dapat dipergunakan dalam pertumbuhan baik dalam pertumbuhan maupun produksi jamur tiram putih.

## **KESIMPULAN**

Hasil analisis statistic dilanjut uji Duncan dan grafik korelasi kombinasi perlakuan bekatul kulit ari kedelai hitam (Titen) dengan perlakuan limbah ampas kecap kedelai hitam ( Bungkil) memberikan hasil korelasi sangat nyata pada parameter jumlah badan buah umur 1, 2, dan 4 minggu ; parameter diameter bonggol umur 1, 3, 4 dan 6 minggu ; berat segar jamur (kg) umur 1 dan 3 minggu, berat total jamur (kg)

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2007. DirjenProduksi Bina Produksi. *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jamur Tiram Putih* . Jakarta Departemen Pertanian.
- Drew RA, 1980, *Tissue culture In Horticultural*, crops Queen Agric J.
- Gardner, F.P.1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta : UI Press.
- Gunawan, A.W, 2005, *Usaha Pembibitan Jamur*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Isnawati dan Mahanani TS. 2003. Pemanfaatan Limbah Pertanian Untuk Produksi Miselium *Beauveria bassiana*. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian Unesa. Surabaya.
- .Rahmi ,L.H, 2012. *Potensi Pemanfaatan Limbah Kedelai untuk Pembuatan Inokulum Cair Jamur Tiram*.
- Rahayu, S, Martono D, 2015 ***Uji perkembangan Miselia Bibit jamur Tiram Putih dengan Substrat Campuran air Kelapa dan Air leri***, Agritek ISSN : 1411 – 5336 Volume 17 No (1) Tahun 2014
- Sadad S\*, Asri, MT dan Ratnasari E, 2014 Pemanfaatan Bekatul Padi, Bekatul Jagung, dan Kulit Ari Biji Kedelai sebagai Media Pertumbuhan Miselium Cendawan *Metarhizium anisopliae***Lentera Bio Vol. 3 No. 2, Mei 2014: 136–140
- Widodo , N. 2007. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Alkaloid yang Terkandung dalam Jamur Tiram Putih** . Semarang. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas negeri semarang.

# SERAPAN KARBONDIOKSIDA DENGAN PENDEKATAN BIOMASSA PADA HUTAN RAKYAT DI KECAMATAN KAWEDANAN KABUPATEN MAGETAN

(Kasus FMU Agromulyo Desa Garon Kecamatan Kawedanan Kab. Magetan)

Martin Lukito <sup>1)</sup>, Ahadiati Rohmatiah<sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup> Dosen Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Madiun  
email : martin\_lukito@yahoo.co.id : aha.adna@gmail.com

## Abstracts

Research at the FMU Argomulyo village Garon district Kawedanan Magetan County, The aim of this study to know the volume of community forest ( $m^3/ha$ ), knowing the potential of biomass Farm Forestry (tonnes / ha), knowing the potential of forests in storing carbon stocks and ability to absorb gas  $CO_2$  from the atmosphere. This research method is for the volume is done by using a sampling intensity of 10%, where as for the calculation of the biomass of plants is done by cutting (destructive), while carbon analysis used titration methods. The results show the potential of standing stock an average of  $17.835 m^3/ha$  for Teak,  $0.616 m^3 / ha$  for the type of Acacia and  $29.789 m^3/ha$  Mohagoni. The potential of the private forest land area of  $5,905,78 m^3$  Garon village. The content of biomass per tree on average of  $189.944 Kg / pohom$ . The forest area covering an area of  $110.38 Ha$  Village Garon then the total potential biomass of  $2741.6 tons$ . Or a total of  $21.52 tons$  per hectare. The content of carbon by using titration method average of  $52.55\%$ . Potential carbon content of forest stands village folk Garon was  $1.440.6 tons$  of Carbon. When converted into units of volume per hectare ranged from  $11.31 tonnes$  of carbon per hectare.  $CO_2$  sequestration potential of forest folk Garon village as a whole amounted to  $4552.34 tons$  of  $CO_2$

**Keywords:** *Global Warming, Biomass, carbon;  $CO_2$  absorption,*

## PENDAHULUAN

Terjadinya kerusakan hutan di Indonesia semakin menjadi jadi tahun 2015 Indonesia terkena bencana hutan ter dahsyat dimana yaitu dengan adanya bencana kebakaran hutan. Dampak kebakaran hutan tentulah merugikan bagi kehidupan, oleh sebab itu kita harus berusaha agar hutan tidak terbakar dan senantiasa lestari. Beberapa dampak yang merugikan itu antara lain: menghasilkan gas emisi karbon dioksida penyebab utama global warming, Mematikan berbagai jeIndonesia saat ini flora dan fauna yang ada didalam hutan tersebut, Dapat menyebabkan banjir (musim hujan) dan kekeringan (musim kemarau), Kekeringan yang terjadi bisa menyebabkan

gagal panen dan kelaparan, Kekeringan juga bisa menyebabkan tidak beroperasinya PLTA, Hilangnya potensi keuntungan yang digunakan sebagai sumber pendapatan., menyebabkan semakin banyaknya orang-orang yang menderita ISPA., merusak sarana dan prasarana seperti bangunan, rumah, mobil, dll., menyebabkan gangguan dalam pekerjaan seperti penundaan penerbangan.

Peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) secara signifikan yang terjadi sejak era pra industri (awal abad 19) telah menimbulkan masalah pemanasan global dan perubahan iklim. Diperkirakan bahwa kejadian iklim ekstrim seperti kemarau panjang, banjir, angin kencang akan semakin kuat intensitas dan frekuensinya demikian juga tinggi air laut akan semakin meningkat sehingga dampak yang ditimbulkannya akan semakin parah di masa mendatang apabila tidak ada upaya penurunan emisi GRK yang dilakukan secara sistematis dari sekarang.

Konsentrasi GRK di masa pra industri dalam abad ke-19 adalah 290 part per million by volume (ppmv)  $\text{CO}_2$ , 700 part per billion by volume (ppbv)  $\text{CH}_4$  dan 275 ppbv  $\text{N}_2\text{O}$ . Selanjutnya meningkat cepat menjadi 360 ppmv  $\text{CO}_2$ , 1.745 ppbv  $\text{CH}_4$  dan 311 ppbv  $\text{N}_2\text{O}$  pada tahun 1998 (Murdiyarso, 2003). Kalau semula peningkatan akumulasi konsentrasi GRK masih dalam ukuran ratusan tahun, pada abad ke-20, dengan pola konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi seperti sekarang, maka akumulasi peningkatan konsentrasi GRK akan terjadi dalam hitungan puluhan tahun. Bahkan para ahli memperkirakan konsentrasi gas  $\text{CO}_2$  pada tahun 2050 akan mencapai 550 ppmv atau hampir dua kali lipat dari masa pra industri (Murdiyarso, 2003).

Upaya pertama dapat dilakukan dengan cara mengurangi konsumsi bahan bakar fosil, penggunaan teknologi bersih, dan penggunaan energi terbarukan dalam kegiatan industri. Di sektor non energi seperti pertanian dan kehutanan dilakukan dengan cara mendorong pemanfaatan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Sementara itu kegiatan alih guna lahan harus dilaksanakan secara lebih selektif. Upaya ini akan dapat mengurangi emisi GRK ke atmosfer secara permanen.

Hutan mengabsorpsi  $\text{CO}_2$  selama proses fotosintesis dan menyimpannya sebagai materi organik dalam biomassa tanaman. Banyaknya materi organik yang tersimpan dalam biomassa hutan per unit luas dan per unit waktu merupakan pokok dari produktivitas hutan.

Untuk mengetahui seberapa besar jumlah karbon yang dapat dipindahkan dari atmosfer dan jumlah karbon yang disimpan dalam tubuh tanaman, maka diperlukan kegiatan untuk mengkuantifikasi serapan karbon pada tegakan hutan. Penaksiran serapan karbon yang tepat adalah sangat penting dalam kaitannya dengan upaya mitigasi pemanasan global. Saat ini, metode untuk perhitungan kandungan karbon dari hutan adalah tidak terlalu tepat untuk memprediksi keseimbangan karbon pada tingkat ekosistem atau tingkat nasional (Fang *et al*, 1998 dalam Lehtonen *et al*, 2003). Prediksi yang dapat dipercaya dari perubahan dalam stok karbon, dengan aliran-alirannya, adalah penting untuk memahami siklus karbon global (Schimel, 1998 dalam Lehtonen *et al*, 2003). Hingga saat ini belum ada standar yang baku dalam menduga biomassa atau kandungan karbon dari suatu pohon. Dengan demikian, penelitian mengenai pendugaan kandungan karbon pada tanaman masih terus berkembang, baik di tingkat nasional maupun di tingkat internasional. Berbagai inovasi dalam pengukuran kandungan karbon tanaman yang sesuai dengan kaidah ilmiah terus digali, untuk mendapatkan metode pengukuran yang lebih akurat dan dapat dipercaya



Studi kandungan biomassa dan karbon hutan tanaman sangat dibutuhkan. Studi ini difokuskan pada tanaman Jati Hutan Rakyat yang dikembangkan masyarakat *Forest Management Unit* (FMU) Argomulyo Desa Tlagan, Griputno dan Garon Kecamatan Kawedanan Kabupaten Magetan dengan tujuan untuk mengetahui Model pendugaan biomassa dan karbon sebagai tempat penyimpanan CO<sub>2</sub>. Studi mengenai potensi hutan menjadi sangat penting. Baik studi mengenai potensi tegakan, studi mengenai potensi biomassa dan studi mengenai potensi karbon. Salah satu faktor yang menentukan dalam menganalisa potensi hutan adalah dengan metode pengukuran dimana untuk mengukur potensi biomassa dan karbon belum ada yang standar.

Lukito, *dkk* 2012, dalam laporan penelitian dosen pemula mengatakan. Estimasi potensi tegakan berdiri untuk hutan tanaman Jati Unggul Nusantara di Desa Krowe Kec. Lembeyan Kab. Madiun pada umur 5 tahun berkisar 713,006 m<sup>3</sup>, atau dengan rata-rata sebesar 148,54 m<sup>3</sup>/ha rata-rata volume per pohon sebesar 0,1337 m<sup>3</sup> dengan volume terkecil sebesar 0,0143 m<sup>3</sup> dan volume terbesar sebesar 0,3635 m<sup>3</sup>. Kandungan Biomassa tanaman JUN berkisar rata-rata sebesar 183,870 kg/pohon. Realisasi tanaman sejumlah 5.333 tanaman atau seluas 4,8 ha, sehingga total potensi kandungan biomassa tegakan JUN adalah 131,09 ton. Bila di konversikan dalam satuan luas per hektar besarnya kandungan biomassa rata-rata sebesar 27,30 ton per hektar. *Komposisi biomassa organ tanaman JUN pada batang sebesar 61,304 %, akar sebesar 13,59 %, ranting 6,7 % dan organ cabang sebesar 10,27 %*. kandungan karbon tegakan per pohon berkisar antara 1,3 – 33,417 t C/ha, dengan rata-rata 13,65 t C/ha. Bila di konversikan dalam satuan m<sup>3</sup>/ha maka potensi karbon berkisar antara 1,46 – 33,13 ton karbon per hektar atau keseluruhan sebesar 65,546 ton karbon. *Komposisi karbon organ tanaman JUN pada batang sebesar 56,35 %, akar sebesar 16,76 %, cabang 15,28 % dan daun sebesar 6,67 %* Besarnya potensi penyerapan CO<sub>2</sub> tanaman JUN bila di konversi ke jumlah tanaman per hektar rata-rata sebesar **50,113** ton CO<sub>2</sub>/ha. *Atau setara dengan 240,55 ton karbon keseluruhan tanaman JUN di Desa Krowe.*

Permasalahan pendugaan besarnya kandungan karbon banyak di dekati oleh besarnya kandungan biomassa tegakan, ini disebabkan karena hasil utama fotosintesis yaitu karbohidrat disimpan dalam organ tanaman hidup. Ada dua metode yang biasa digunakan untuk menduga kandungan karbon tegakan hutan yaitu dengan cara :

- a) pengukuran tidak langsung (indirect measurement) dengan cara konversi biomassa dengan menggunakan angka isi karbon tertentu. Metode ini paling banyak di gunakan dengan cara menggunakan angka konstanta kandungan karbon sebesar 50 % dari berat biomassa (brown, 1986) dan 45 % dari berat biomassanya (Whittaker dan Likens, 1973) dalam Losi (2003)
- b) Pengukuran langsung dengan cara pembakaran langsung untuk kemudian di analisis dengan alat carbon analyser (Kraenzel et al, 2003 dalam Losi, 2003) dan dapat juga dengan cara karbonasi yaitu pembakaran bahan berkarbon kompleks dengan jumlah oksigen terbatas ataupun dengan menggunakan metode Titrasi

## Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui Volume hutan Rakyat (m<sup>3</sup>/ha) FMU Argomulyo Desa Garon Kec. Kawedanan Kabupaten Magetan.

- b. Mengetahui potensi biomassa Hutan Rakyat (ton/ha)
- c. Mengetahui potensi hutan dalam menyimpan cadangan karbon dan kemampuannya dalam menyerap / mengabsorpsi gas CO<sub>2</sub> dari atmosfer berdasarkan dimensi pertumbuhan serta kandungan biomassa tanamannya. (ton/ha)
- d. Kemampuan hutan rakyat Desa Garon dalam menyerap karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

#### Keutamaan Rencana Penelitian

Rencana penelitian ini sangat penting untuk dilaksanakan karena :

- a. Pengelolaan sumberdaya hutan tidak hanya bertumpu pada pendekatan bisnis kayu semata, tetapi memiliki fungsi dimensi : sosial, ekonomi, ekologi, dan jasa lingkungan.
- b. Perlunya di ketahui kemampuan hutan rakyat FMU Argomulyo Desa Garon Kec. Kawedanan Kabupaten Magetan terutama berkaitan dengan kemampuan mengabsorpsi karbondioksida.

#### METODE PENELITIAN

1. Menentukan Obyek yang akan di duga Biomassa dan Stock Karbon (annonymous 2012):. Pembuatan Petak Ukur , dilakukan pembuatan dengan menggunakan plot pengukuran pada FMU Argomulyo Desa Garon Kec. Kawedanan Kabupaten Magetan Pada setiap plot, ditentukan plot Unit sebanyak 16 plot dengan ukuran 25 x 25 m, sehingga luas setiap satu Plot Pengukuran adalah 1 hektar.
2. Menyiapkan seluruh data dan informasi terkait dengan biomassa dan Stock karbon (Pengambilan data dilakukan dengan inventarisasi dengan menggunakan sampling) Tahapan pengambilan data pada setiap Plot Pengukuran, sebagai berikut :
  - a. Menentukan posisi lintang dan azymuth Petak Sudut Plot dengan GPS.
  - b. Menentukan sudut tembak arah dengan kompas membuat unit sebanyak 16 plot. Setiap plot diberi batas dengan tali rafia.
  - c. Menentukan posisi lintang dan azymuth titik pusat unit (pada pohon atau pohon terdekat dengan titik pusat).
  - d. Melakukan *inventory* jumlah pohon, dbh, tinggi pohon, jenis pohon dan sebaran vegetasi pohon pada setiap unit dan dicatat ke dalam *tally sheet*. Vegetasi yang dicatat adalah vegetasi yang sudah masuk dalam klasifikasi pancang. Sedangkan pohon sampling untuk metode rebah dipilih pohon dengan diameter keliling minimal 63 cm dari setiap jenis vegetasi yang ada.
3. Pengambilan Data Biomassa (destructive Sampling) pada semua organ tanaman. Pengukuran biomassa hutan dalam penelitian ini dilakukan terhadap seluruh bagian pohon terdiri dari biomassa di atas permukaan tanah (*above-ground biomass*) meliputi batang, cabang, dan daun, serta biomassa di bawah permukaan tanah (*below-ground biomass*) meliputi akar pohon. Biomassa serasah, tumbuhan bawah dan tanah tidak diukur dalam penelitian ini. Pengukuran biomassa dilakukan terhadap tanaman Jati sebagai salah satu tanaman penyusun hutan tanaman rakyat di Desa Garon. Data yang kami ambil merupakan satu kesatuan gerhadap total sampel 3 Desa yaitu. Desa Tlagan, Desa

Giripurno dan Desa Garon Pengukuran dilakukan terhadap 3 pohon sampel. Adapun organ tanaman jati Desa Garon yang di ambil sampel guna pengukuran biomassa berupa daun, batang, cabang dan akar. Untuk organ daun diambil pada 3 tempat yaitu daun bagian pangkal (P), daun bagian tengah pohon (T) dan daun pada bagian ujung pohon (U), sedangkan organ batang di ambil menjadi 3 section/disk yaitu batang/disk bagian pangkal (BP), batang tengah (BT) dan Batang bagian Ujung (BU), Untuk Cabang setiap pohon sampel di ambil pada bagian cabang pangkan (CP), cabang tengah (CT) dan cabang Ujung (CU), sedang organ akar di ambil akar besar (CR) dan akar halus (FR).

4. Pengukuran kadar air, biomassa sampel organ tanaman
5. Menentukan Model Allometrik baik Volume maupun Biomassa
6. Pengambilan Sampel kering Organ Tanaman
7. Pengujian sampel kandungan karbon total terhadap biomassa dengan menggunakan metode titrasi
8. Perhitungan kandungan karbon sampel dengan menggunakan metode Titrasi
9. Menentukan model alometrik pendugaan karbon
10. Menentukan Serapan Karbondioksida ( $CO_2$ )

## GAMBARAN UMUM LOKASI

### Letak Dan Posisi Geografis

Kecamatan Kawedanan merupakan salah satu dari 19 Kecamatan yang berada di kabupaten Magetan, luas Kecamatan Kawedanan 190,85 Km<sup>2</sup> Desa Garon memiliki luas wilayah hutan rakyat kelola FMU AGromulyo seluas 110.376 Ha. Wilayah Kecamatan Kawedanan sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Sukomoro dan Kecamatan Bendo, sebelah Timur : Kecamatan Takeran Sebelah Selatan : Kecamatan Kawedanan dan Kecamatan Nguntoronadi dan Kecamatan Parang, Dan sebelah Barat Kecamatan Ngariboyo dan Kecamatan Parang Kantor Kecamatan Kawedanan berada di Desa Kawedanan dengan titik koordinat 7,69 225 LS dan 111,41819 BT dengan ketinggian 162 meter dpl. Luas Kecamatan Kawedanan sekitar 39,44 Km<sup>2</sup> atau 5,7 % dari total wilayah Kabupaten Magetan. Desa Garon berada antara 4°38'15" sampai dengan 5°4'0" BT dan antara 7°12'0" sampai dengan 7°48'30" LS, berada sebelah ujung tenggara kabupaten Magetan dan termasuk dalam wilayah pegunungan Bancak bagian barat. Kecamatan Kawedanan memiliki type iklim C, ketinggian wilayah antara 300-1.100 dpl, dengan curah hujan rata - rata sebesar 1.453 mm/th dan Desa Garon terletak pada ketinggian 64-426 dpl, dengan topografi berbukit.

### Organisasi Hutan Rakyat Di Kecamatan Kawedanan (anonymous, 2013)

1. Organisasi Pengelola Hutan Rakyat (OPHR) yang ada di **Desa Giripurno, Ngentep, Balerejo, Garon, dan Tladan** adalah bagian dari **Forest Management Unit (FMU) "Argo Mulyo" Kecamatan Kawedanan Kabupaten Magetan.**
2. FMU "Argo Mulyo" adalah suatu Forest Management Unit di Kabupaten Magetan yang mempunyai program pengelolaan pelestarian hutan rakyat, yang terdiri dari OPHR di 7 desa di 3 kecamatan yaitu : Desa Sundul - Kecamatan Parang; Desa Banjarpanjang

- Kecamatan Ngariboyo; dan **Desa Giripurno, Ngentep, Balerejo, Garon, Tladan** - Kecamatan Kawedanan.

3. FMU “Argo Mulyo” Kecamatan Kawedanan Kabupaten Magetan **berdiri sejak 24 Juni 2010** di Desa Tladan Kecamatan Kawedanan Kabupaten Magetan.
4. Kepengurusan adalah perwakilan dari masing-masing OPHR Desa yang dipilih secara partisipatif oleh anggota dalam suatu pertemuan/rapat anggota.

### Wilayah Kerja FMU Argomulyo

Sesuai dengan kesepakatan musyawarah anggota FMU Argomulyo, bahwa wilayah kerja sementara FMU Argomulyo di 5 desa di Kecamatan Kawedanan kabupaten Magetan. Luas areal hutan rakyat Desa Garon masing masing disajikan pada Tabel 1. Sbb.

Tabel 1. Luas Areal Hutan rakyat FMU Argomulyo

NO	Desa	Dusun	Luas Hutan Rakyat (HA)			Jumlah Anggota (KK)
			Pekarangan	Tegal	Jumlah	
1	Garon	Sambiroto	4,26	106,12	110,38	263,00
Jumlah			4,26	106,12	110,38	263,00

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Potensi Biomassa Tegakan Hutan Rakyat

Potensi rakyat FMU Argomulyo. Kec. Kawedanan FMU Argimulyo: Desa Tladan, Giripurno dan Garon disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3

Tabel 2. Potensi Hutan Rakyat FMU Argomulyo : Desa Garon

NO	Desa	Dusun	Potensi Hutan Rakyat			Potensi Total
			(jati, Akasia, Mahoni)			
			Luas (Ha)	N/ha	M3/ha	M3
1	Garon	Sambiroto	110,38	59,79	17,680	1.057,08
Jumlah			110,38	59,79	17,680	1.057,08

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016.

Besarnya hasil Inventarisasi Biomassa Per segmen pohon di sajikan pada Tabel 3, Kadar Air Tabel 4 dan berat kering organ sampel tanaman disajikan 5 Sebagai berikut

Tabel 3. Berat basah Inventarisasi Biomassa Per segmen Pohon Hutan Rakyat Desa Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan

Jenis	Kode Pohon	Dbh (cm)	H (m)	Vol (M3)	Berat Basah (Kg)				Total (kg)
					Akar	Batang	Cabang	Daun	
Acasia	Acasia-1	13,943	18,207	0,014	26,010	75,735	32,130	22,185	156,060
	Acasia-2	15,606	15,810	0,014	21,803	57,375	26,775	16,830	122,783
	Acasia-3	15,402	15,810	0,013	38,250	102,663	35,955	31,365	208,233
	Rata-rata	14,984	16,609	0,014	28,688	78,591	31,620	23,460	162,359

Jati	Jati-1	17,748	18,870	0,018	83,763	299,676	75,582	40,443	499,464
	Jati-2	18,054	20,910	0,021	107,273	277,466	35,139	37,128	457,006
	Jati-3	17,544	18,870	0,018	116,025	301,665	59,670	53,040	530,400
	Rata-rata	17,782	19,550	0,019	102,354	292,936	56,797	43,537	495,623
Mahoni	Mahoni-1	17,340	17,850	0,017	81,266	241,230	38,709	42,636	403,841
	Mahoni-2	20,094	19,890	0,022	113,883	330,710	35,343	24,684	504,620
	Mahoni-3	22,542	20,400	0,025	137,669	361,598	43,792	31,528	574,587
	Rata-rata	19,992	19,380	0,021	110,940	311,179	39,281	32,949	494,349
	Rerata	17,586	18,513	0,018	80,660	227,569	42,566	33,315	384,110

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016.

Berdasarkan Tabel 3 di atas berat basah persegmen organ tanaman di tunjukkan bahwa organ batang mempunyai berat basah yang lebih tinggi di bandingkan dengan organ tanaman lain (59,25%). Berdasarkan tabel 3 di atas maka kadar air organ tanaman dan biomassa dapat di hitung seperti disajikan pada Tabel 4 sbb :

Tabel 4. Kadar Air Per segmen Organ Tanaman Hutan Rakyat FMU Argomulyo Kec. Kawedanan, Kabupaten Magetan

Jenis	No Sampel	Dbh (cm)	H (m)	Vol (M3)	Kadar Air Rata-rata				Rata Rata
					Akar	Batang	Cabang	Daun	
Acasia	Acasia-1	13,94	18,21	0,014	0,49	0,53	0,52	0,54	0,52
	Acasia-2	15,61	15,81	0,014	0,50	0,52	0,55	0,50	0,52
	Acasia-3	15,40	15,81	0,013	0,51	0,50	0,52	0,51	0,51
	Rata-rata	14,98	16,61	0,014	0,50	0,52	0,53	0,52	0,52
Jati	Jati-1	17,75	18,87	0,018	0,66	0,46	0,54	0,52	0,55
	Jati-2	18,05	20,91	0,021	0,52	0,52	0,50	0,51	0,51
	Jati-3	17,54	18,87	0,018	0,51	0,50	0,53	0,50	0,51
	Rata-rata	17,78	19,55	0,019	0,56	0,49	0,52	0,51	0,52
Mahoni	Mahoni-1	17,34	17,85	0,017	0,50	0,49	0,54	0,51	0,51
	Mahoni-2	20,09	19,89	0,022	0,52	0,55	0,51	0,51	0,52
	Mahoni-3	22,54	20,40	0,025	0,53	0,51	0,51	0,51	0,52
	Rata-rata	19,992	19,380	0,021	0,52	0,52	0,52	0,51	0,52

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016.

Pada Tabel 4 di atas terlihat bahwa kadar air rata rata organ tanaman sebesar 50 persen dari berat basah pada semua komponen organ tanaman. Dari Tabel 4. Di atas maka biomassa organ tanaman di Kecamatan Kawedanan FMU Agromulyo dapat dilihat pada Tabel 5 Sebagai berikut:

Tabel 5. Biomassa (kg) Per segmen Pohon Jati Hutan Rakyat FMU Argomulyo Kec. Kawedanan, Kabupaten Magetan

Jenis	No Sampel	Dbh (cm)	H (m)	Vol (M3)	Biomassa (kg)				Total (Kg)
					Akar	Batang	Cabang	Daun	
Acasia	Acasia-1	13,94	18,21	0,014	13,46	36,42	15,70	10,42	75,99
	Acasia-2	15,61	15,81	0,014	11,17	28,20	12,35	8,58	60,31
	Acasia-3	15,40	15,81	0,013	19,15	52,30	17,66	15,82	104,93
	Rata-rata	14,98	16,61	0,014	14,60	38,97	15,24	11,61	80,41

Jati	Jati-1	17,75	18,87	0,018	29,96	163,77	35,62	19,69	249,05
	Jati-2	18,05	20,91	0,021	52,63	136,76	17,86	18,53	225,78
	Jati-3	17,54	18,87	0,018	58,17	153,91	28,44	26,85	267,36
	Rata-rata	17,78	19,55	0,019	46,92	151,48	27,31	21,69	247,40
Mahoni	Mahoni-1	17,34	17,85	0,017	41,44	124,97	18,13	21,51	206,05
	Mahoni-2	20,09	19,89	0,022	56,00	151,24	17,53	12,45	237,22
	Mahoni-3	22,54	20,40	0,025	65,77	179,39	21,74	15,90	282,80
	Rata-rata	19,99	19,38	0,021	54,40	151,87	19,13	16,62	242,02
Rerata	17,586	18,513	0,018	38,639	114,106	20,560	16,639	189,944	

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016.

Pada Tabel 5 dapat di lihat bahwa rata rata berat biomassa tanaman Hutan Rakyat Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan adalah sebesar 189,944 Kg atau mencapai 49,45 % dari rata rata kondisi berat basah nya. Dari rata rata berat sampel tersebut organ batang memiliki prosentase biomassa terbesar di bandingkan organ tanaman lainnya. total berat biomassa rata-rata tanaman Hutan Rakyat Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan Distribusi biomassa pada tiap komponen pohon menggambarkan besaran distribusi hasil fotosintesis pohon yang disimpan oleh tanaman melalui proses fotosintesis, CO<sub>2</sub> di udara diserap oleh tanaman, dan dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat untuk selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh tanaman dan ditimbun dalam bentuk daun, batang, cabang, buah dan bunga (Hairiah dan Rahayu, 2007). Total pohon jenis tanaman hutan rakyat dari ketiga jenis sebesar 7.048 pohon. Dari hasil rata rata biomassa jenis per pohon sebesar 189,944 maka akan didapatkan total biomassa sebesar 2.741.612,312 kg atau setara dengan 2,741,61 ton biomassa Hutan Desa Garon. Distribusi hasil fotosintesis terbesar digunakan untuk pertumbuhan batang mencapai 60,07 %. Walaupun aktifitas fotosintesis terjadi di daun, namun ternyata daun hanya mendapatkan proporsi hasil fotosintesis yang paling kecil, yaitu hanya 8,75 %. Besarnya potensi biomassa perhektar tanaman hutan rakyat FMU Argomulyo Kec. Kawedanan terhadap Desa Garon dapat dilihat pada Tabel 6 sbb:

Tabel 6. Biomassa Per Hektar (Ton/ha) Jenis tanaman Hutan Rakyat FMU Argomulyo Desa Garon Kec. Kawedanan, Kabupaten Magetan

Rata Rata Per Ha	Biomassa Per Jenis (ton)				
	Batang	Akar	Cabang	Daun	Total
Jati	10.16	3.12	1.84	1.44	16.560
Akasia	0.32	0.16	0.16	0.08	0.720
Mahoni	2.64	0.96	0.32	0.32	4.240
Jumlah	13.12	4.24	2.32	1.84	21.520
Prosentase	48.77	15.76	8.62	6.84	100,000

Pada Tabel 6 terlihat bahwa potensi jenis tanaman pembentuk hutan rakyat di lokasi Desa Garon potensi Kandungan Biomassa tanaman Jati tertinggi sebesar 16,560 Ton/ha dan terkecil adalah pada jenis tanaman acasia sebesar 0,720 ton/ha. Sedangkan secara keseluruhan luas hutan rakyat FMU Argomulyo Desa Garon di kec. Kawedanan terhadap desa lokasi penelitian disajikan Tada Tabel 7 sebagai berikut :

Tabel 7. Total Biomassa (ton) Per Jenis Tanaman Hutan Rakyat FMU Argomulyo Desa Garon Kec. Kawedanan, Kabupaten Magetan

Desa	Biomassa tanaman (ton)			
	Jati	Acasia	Mahoni	Total
Garon	2.094,7	92,2	554,8	2.741,6

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016

### Persamaan Allometrik

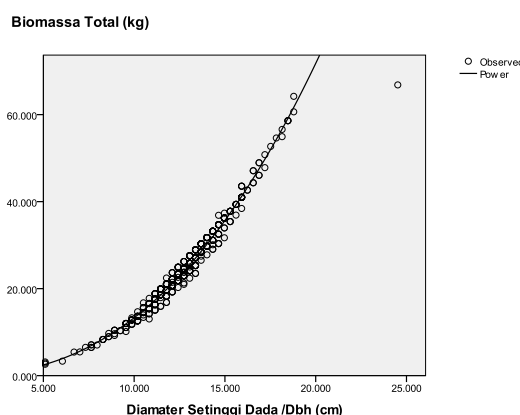
Dari data potensi biomassa pohon dibuat model hubungan antara Dbh dengan potensi biomassa komponen pohon dan Dbh dengan total potensi biomassa pohon. Pengolahan data menggunakan SPSS, dengan kriteria model terpilih adalah  $R^2$  terbesar dan  $JKE$  terkecil. Adapun model allometri terpilih tiap organ tanaman di sajikan pada Tabel 8 sbb:

Tabel 8 Model Persamaan Allometrik Terpilih Untuk Pendugaan Biomassa

No.	Bentuk Hubungan	Model Terpilih	Kriteria	Persamaan
1	Dbh - Biomassa Akar	Power	$R^2 = 0,8891$	$WR = 0,00278 D^{2,41}$
			$JKE = 1,988$	
2	Dbh - Biomassa Batang	Power	$R^2 = 0,891$	$WS = 0,0330 D^{2,231}$
			$JKE = 1,891$	
3	Dbh - Biomassa Cabang	Power	$R^2 = 0,891$	$WB = 0,0981 D^{2,231}$
			$JKE = 1,891$	
4	Dbh - Biomassa Daun	Power	$R^2 = 0,918$	$WL = 0,027 D^{2,231}$
			$JKE = 1,897$	
5	Dbh - Biomassa Pohon	Power	$R^2 = 0,938$	$WT = 0,0456 D^{2,25}$
			$JKE = 1,791$	

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016

Untuk memberikan gambaran secara visual, maka garis regresi dengan data hasil pengukuran untuk total biomasa terhadap diameter setinggi dada (Dbh) digambarkan dalam bentuk grafik atau diagram pencar (*scatter plot*), seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Dbh dengan Total Potensi Biomassa

## POTENSI KARBON

Penelitian ini juga melakukan pengukuran kandungan karbon terhadap tanaman Acasia, Jati dan Mahoni Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan, dimana data pengambilan sampel dilakukan pada 3 Desa dan dibatasi hanya pada tanaman yang hidup, sementara karbon pada serasah, tumbuhan bawah, pohon yang mati dan tanah tidak dilakukan pengukuran. metode pengukuran yang dilakukan, yaitu pengukuran langsung dengan metode konversi biomassa ke karbon menggunakan Metode Titrasi Seperti disajikan pada Tabel 9 dan Tabel 10 sebagai berikut .:

Tabel 9. Analisis Kandungan Karbon Total dengan Menggunakan Metode Titrasi Jenis tanaman Hutan Rakyat FMU Argomulyo

No	Kode	B.Cupu g	B.Brsh+Kring + kadar		B.Br Kering		Berat Sampel G	Titrasi Sampel ml	Tirtasi Kontrol ml	Kadar C Total %
			Brsh	Kring	Lengas	Mutlak				
			g	g	%	ml				
1	B-Acasia	61,2484	62,2506	62,1525	10,8689	22,4921	0,0252	5,1048	7,6667	49,2178
	B-Jati	64,6619	65,6649	65,5603	11,6405	22,1777	0,0251	5,0503	7,6667	51,3105
	B-Mahoni	57,3473	58,3486	58,2428	11,8198	22,3096	0,0253	5,0867	7,6667	50,3873
	rata rata	61,0859	62,0880	61,9852	11,44	22,33	0,0252	5,08	7,667	50,31
2	akar-Acasia	68,1926	69,1974	69,0960	11,2285	22,3994	0,0252	4,9817	7,6667	55,1240
	akar-Jati	63,3311	64,3333	64,2297	11,5371	22,4103	0,0253	5,0322	7,6667	54,1980
	akar-Mahoni	61,6109	62,6119	62,5054	11,9051	22,2587	0,0253	4,9958	7,6667	55,0390
	Rata rata	64,3782	65,3809	65,2770	11,5569	22,3561	0,0253	5,0032	7,6667	54,7870
Rerata		62,7320	63,7344	63,6311	11,5000	22,3413	0,0252	5,0419	7,6667	52,5461

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016

Tabel 10. Kandungan Karbon Total dengan Menggunakan Metode Titrasi Jenis tanaman Hutan Rakyat FMU Argomulyo

No	Kode	Berat	Titrasi	Tirtasi	Kadar C
		Sampel	Sampel	Kontrol	Total
		G	ml	ml	%
1	Btg-Acasia	0,0252	5,1048	7,6667	49,2178
	Btg-Jati	0,0251	5,0503	7,6667	51,3105
	Btg-Mahoni	0,0253	5,0867	7,6667	50,3873
	Rata rata	0,0252	5,0806	7,6667	50,3052
2	akar-Acasia	0,0252	4,9817	7,6667	55,1240
	akar-Jati	0,0253	5,0322	7,6667	54,1980
	akar-Mahoni	0,0253	4,9958	7,6667	55,0390
	Rata rata	0,0253	5,0032	7,6667	54,7870
Rerata		0,0252	5,0419	7,6667	52,5461

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016



Berdasarkan pada Tabel 10 di atas terlihat bahwa kandungan karbon pada biomassa organ tanaman di Kec. Kawedanan Desa Penelitian adalah sebesar 59,31 % Untuk organ Batang dan 54, 78 % untuk organ akar atau rata rata kandungan karbon sebesar 52, 55 % dari kandungan potensi biomassa organ tanaman.

Data hasil pendugaan biomassa, selanjutnya digunakan untuk perhitungan kandungan karbon dengan menggunakan metode Titrasi di dapatkan bahwa Potensi kandungan karbon tegakan per organ tanaman Hutan Rakyat Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan Potensi kandungan karbon tanaman Jati metode konversi biomassa berkisar rata-rata sebesar 11,31 ton/hektar karbon seperti disajikan Pada Tabel 11.

Berdasarkan hasil perhitungan kandungan karbon tersebut maka didapatkan bahwasannya rata rata kandungan karbon tanaman Desa Garon dengan realisasi tanaman 80,1 tanaman/ha atau sebesar 17,83 m<sup>3</sup>/haa tau secara keseluruhan berjumlah 8.800 pohon maka total potensi kandungan karbon tegakan Jati hutan rakyat Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan adalah 1.440.621 kg atau sebesar 1.440,62 ton Carbon Seperti disajikan Pada Tabel 12. **Komposisi** kandungan karbon pada masing-masing komponen pohon juga berbeda, dimana tertinggi adalah pada komponen batang, diikuti oleh cabang, akar, dan daun.

Tabel 11. Kandungan Karbondoksida (Ton) Per Jenis Tanaman Hutan Rakyat FMU Argomulyo Desa Garon Kec. Kawedanan, Kabupaten Magetan

Rata Rata Per Ha	karbondioksida Per Jenis (ton)				
	Batang	Akar	Cabang	Daun	Total
Jati	5.339	1.640	0.967	0.757	8.702
Akasia	0.168	0.084	0.084	0.042	0.378
Mahoni	1.387	0.504	0.168	0.168	2.228
Jumlah	6.895	2.228	1.219	0.967	11.309
Prosentase	25.63	8.28	4.53	3.59	100,000

Sumber : Data Primer Diolah 2016

Tabel 12. Total Kandungan Karbon (Ton) Per Jenis Rakyat FMU Argomulyo Desa Garon Kec. Kawedanan, Kabupaten Magetan

Desa	Karbon tanaman (ton)			
	Jati	Acasia	Mahoni	Total
Garon	1.100,695	48,424	291,500	1.440,6

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016

### Persamaan Allometrik

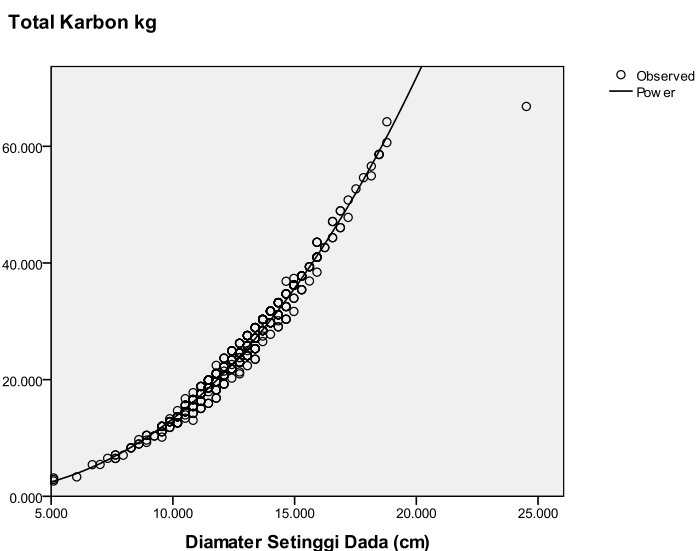
Dari hasil perhitungan kandungan karbon pohon dengan metode konversi biomassa, dapat dibangun model hubungan allometrik antara Dbh dengan simpanan karbon masing-masing komponen pohon dan total pohon. Pengolahan data menggunakan SPSS, dengan kriteria model terpilih adalah R<sup>2</sup> terbesar dan JKE terkecil. Adapun model terpilih untuk masing-masing hubungan disajikan pada Tabel 13

Tabel 13. Model Persamaan Allometrik Terpilih Untuk Pendugaan Karbon

No.	Bentuk Hubungan	Model Terpilih	Kriteria	Persamaan
1	Dbh – Karbon Akar	Power	$R^2 = 0,891$ JKE = 1,888	$CR = 0,00668 D^{2,441}$
2	Dbh – Karbon Batang	Power	$R^2 = 0,899$ JKE = 1,882	$CS = 0,0350 D^{2,233}$
3	Dbh – KarbonCabang	Power	$R^2 = 0,899$ JKE = 1,890	$CB = 0,0086 D^{2,224}$
4	Dbh – Karbon Daun	Power	$R^2 = 0,893$ JKE = 1,987	$CL = 0,0055 D^{2,221}$
5	Dbh – Karbon Pohon	Power	$R^2 = 0,8088$ JKE = 1,886	$CT = 0,0472 D^{2,233}$

Sumber: Lukito Martin, Rohmatiah Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2016

Untuk memberikan gambaran secara visual, maka garis regresi dengan data hasil pengukuran digambarkan dalam bentuk grafik atau diagram pencar (*scatter plot*), seperti disajikan pada Gambar 5. Dengan menggunakan persamaan allometrik dari model terpilih, maka kandungan karbon untuk tiap komponen pohon dan simpanan karbon untuk total pohon dapat diduga dengan menggunakan Dbh sebagai variabel pembuka. Berdasarkan analisis varian untuk masing-masing model menunjukkan nilai signifikan ( $< 0,05$ ), baik untuk korelasi hubungan dan nilai konstanta serta koefisien prediktor



Gambar 3. Grafik Hubungan Dbh dengan Total Potensi Karbon

### Estimasi Potensi Penyerapan $CO_2$ Tanaman Hutan Rakyat Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan

Pengukuran potensi penyerapan gas  $CO_2$  dilakukan dengan menggunakan perbandingan berat masa gas  $CO_2$  dengan berat masa atom C. Rata-rata potensi penyerapan  $CO_2$  dari tanaman Hutan Rakyat Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan seperti disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Total Serapan Karbondioksida (Ton) Per Jenis Rakyat FMU Argomulyo Desa Garon Kec. Kawedanan, Kabupaten Magetan

Desa	Serapan Karbon tanaman (ton)			
	Jati	Acasia	Mahoni	Total
Garon	3,478.18	153.02	292	4,552.34

Besarnya potensi penyerapan CO<sub>2</sub> tanaman Jati Hutan Rakyat Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan sangat di pengaruhi oleh kemampuan daun menyerap CO<sub>2</sub> di dalam proses fotosintesis, bila di konversi ke jumlah tanaman adalah sekitar 4.552,34 ton CO<sub>2</sub>

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Potensi tegakan berdiri untuk tanaman Hutan Rakyat FMU Argomulyo : Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan rata-rata 17,835 m<sup>3</sup>/Ha untuk tanaman Jati, 0,616 m<sup>3</sup>/ha Untuk jenis Acasia dan 29,789 m<sup>3</sup>/ha jenis Mahoni. Potensi pada luas lahan hutan rakyat Desa Garon sebesar **5,905,78 m<sup>3</sup>**
2. Kandungan Biomassa hutan Rakyat FMU Argomulyo : rata-rata per pohon sebesar 189,944 Kg/pohon. Luas hutan rakyat Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan seluas 110,38 Ha, total potensi biomassa tegakan hutan rakyat sebesar 2.741,6 ton. Atau bila di nyatakan dalam satuan luas per hektar maka biomassa tanaman jati rakyat Desa Garon Kec. Kare Kab. Magetan rata rata sebesar 21,52 ton per hektar.
3. Kandungan Karbon dengan menggunakan metode titrasi terhadap batang dan akar sampel tanaman didapatkan 50,30 % untuk batang dan 54,78 % untuk Akar atau rata rata sebesar 52,55 %. Potensi kandungan karbon Hutan Rakyat FMU Argomulyo rata-rata sebesar 99,808 kg/pohon Dengan luas hutan rakyat Desa Garon seluas 110,38 ha, maka total potensi kandungan karbon tegakan hutan rakyat Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan adalah 1.440,6 ton Carbon. Bila di konversi ke dalam satuan volume per hektar berkisar antara 11,31 ton carbon per hektar.
4. Potensi penyerapan gas CO<sub>2</sub> dari Hutan rakyat FMU Argomulyo Desa Garon secara keseluruhan sebesar 4.552,34 Ton CO<sub>2</sub>

### SARAN

Pengukuran potensi karbon pada hutan tanaman Jati Hutan Rakyat Desa Tladan, Giripurno dan Desa Garon Kec. Kawedanan Kab. Magetan, saat penelitian ini dilakukan hanya menggunakan metode above dan bellow ground. Untuk jangka waktu mendatang diperlukan pengukuran terhadap semua aspek ( pohon, tanah, nekro massa, seresah ) dan analisa carbonnya menggunakan seluruh organ / variabel yang mempengaruhi dengan metode titrasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous 2012, Pendugaan Model Allometrik untuk pendugaan biomassa dan stock karbon hutan di Indonesia. Peraturan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Nomor : P.01/VIII-P3KR/2012 Kementerian Kehutanan
- Anonymous, 2013. Forest Managemen Unit Argomulyo, Serifikasi Pengelolaan Hutan Berbasis Masyarakat Lestari (PHBML), Buku I, Buku II dan Buku III, Dinas Kehutanan Dan Perkebunan, Kabupaten Magetan
- Lukito. Martin, 2010, Studi Inventarisasi Hutan tanaman Kayu Putih Dalam Menghasilkan Biomassa dan karbon hutan. Tesis Fakultas Kehutanan UGM. Tidak Di publikasikan
- Lukito Martin, Rohmatiah Ahadiati, 2012. Estimasi Biomassa dan Karbon Tanaman Jati Hutan Rakyat Umur 5 Tahun (Kasus Kawasan Hutan Tanaman Jati Hutan Rakyat Unggul Nusantara (JUN) Desa Krowe, Kecamatan Lembeyan Kabupaten Madiun Laporan Penelitian Dosen Pemula, 2012.
- Lukito Martin, Rohmatiah Ahadiati, 2015 Serapan Karbondioksida Dengan Pendekatan Biomassa Pada Hutan Rakya Di Kecamatan Kawedanan Kabupaten Magetan. Hibah Bersaing Tahun Pertama
- Sulaiman, W., 2004. *Analisis Regresi Menggunakan SPSS. Contoh Kasus dan Pemecahannya*. Andi. Yogyakarta
- Tabacnick, B.G., dan L.S. Fidel., 2007. *Using Multivariate Statistics, Fifth Edition*. Pearson Education. Inc United States of America.
- Walpole, R.E., 2007. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

# PENDEKATAN SIKAP KERJA ERGONOMI PADA PEMINDANGAN IKAN

Toto Noerasto<sup>1)</sup> I Gede Suranaya Pandit<sup>2)</sup>, I Wayan Wesna Astara<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik

<sup>2)</sup> Dosen Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa Denpasar

<sup>3)</sup> Program Pascasarjana Universitas Warmadewa Denpasar  
wesna\_astara@yahoo.com

## Abstarct

Poor work stations in Pemindangan UD Putra Segara raises the complaint at the pemindang. Complaints arising out of poor work stations, lowback pain, waist and knees. This research is to know the decrease in complaints of lowback pain, waist and knees and increase productivity with the pure experimental with treatment by subject design which uses 10 women as subjects of research. After going through the partisipatori approach to ergonomics, an alternative solution that is specified with the repair of work station (elevate furnaces boiling 40 Cm, making the table and give the seat). Complaints of lowback pain, waist and knee are known from the Nordic questionnaire Body Map, productivity was calculated from the results of produced 1 working days (5) hours. The data were analyzed descriptively, then compared with data of complaints about lowbackpain, waist and knee, and calculated the difference between pre and post treatment . The results of the study shows that pre and post treatment, there were reduction in complains of lowbackpain 30%. For lumbago decreased by 60% and 40% knee pain. So it is with productivity after repair work stations, experiencing an increase of 28%. Finally those results, then it is recommended to the pemindangan place and the owner of pemindang in order to continue to implement and utilize the results of this research.

Keywords :Ergonomics Of The Working station Of Fish Processing.

## PENDAHULUAN

Ikan merupakan suatu bahan pangan yang akhir-akhir ini banyak dikonsumsi oleh masyarakat luas, namun disisi lain ikan cepat sekali mengalami proses pembusukan (*perishable food*), hal ini disebabkan karena beberapa hal seperti kandungan protein yang tinggi dan kondisi lingkungan yang sangat sesuai untuk pertumbuhan mikrobia pembusuk. Adapun kondisi lingkungan tersebut seperti suhu, pH, oksigen, waktu simpan, dan kondisi kebersihan sarana prasarana.

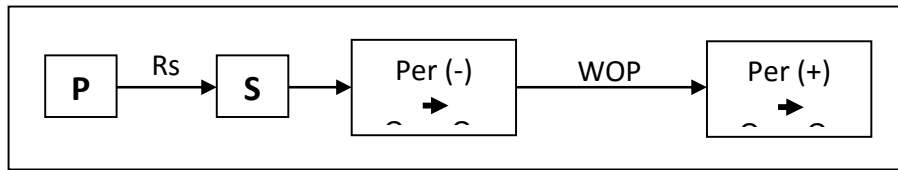
Ikan tongkol yang tergolong famili scombroidae, merupakan salah satu jenis ikan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Ikan tongkol ini jika dibiarkan pada suhu kamar, maka segera akan terjadi proses penurunan mutu, menjadi tidak segar lagi. Untuk menghambat proses pembusukan. Proses pengawetan dan pengolahan sehingga umur simpan dapat diperpanjang perlu dilakukan dengan tujuan untuk menambah keanekaragaman produk serta menambah nilai tambah (*added value*). Berbagai macam cara pengolahan dan pengawetan telah dilakukan oleh masyarakat seperti pengolahan modern sampai pengolahan tradisional yaitu pengalengan, pengasapan, penggaraman yang diikuti oleh penjemuran menjadi pengeringan atau penggaraman yang diikuti oleh perebusan disebut peminangan. Peminangan merupakan produk tradisional yang memiliki citarasa yang khas sehingga banyak disukai oleh masyarakat. Proses pembuatan pindang oleh masyarakat sangat bervariasi dan sangat ditentukan oleh kultur budaya masyarakat setempat, namun secara prinsip tetap sama.

Peminangan ikan secara tradisional di Desa Kusamba Kecamatan Dawan Kabupaten Klungkung Bali, dengan mutu kurang baik serta umur simpan yang pendek, sering terjadi kasus-kasus keracunan serta keluhan-keluhan rasa sakit dan produktifitas menurun. Pengolah ikan pindang adalah pekerja wanita dengan sikap kerja tidak sehat yaitu posisi sikap kerja jongkok saat proses pembersihan dan penggaraman ikan tongkol sehingga sering terjadi keluhan nyeri dan sakit pinggang/punggung, apalagi saat musim ikan tiba proses pengolahan berlangsung hingga malam hari. Pada saat proses pengukusan, tungku peminangan terlalu rendah, sehingga sikap kerja pengolah ikan membungkuk. Hal ini menjadi keluhan pengolah ikan setelah selesai bekerja. Disamping itu proses pengolahan pindang yang baik seharusnya menggunakan peralatan dan bahan yang memenuhi kriteria standar proses produk olahan. Peralatan meliputi sarana kerja seperti sarung tangan, lantai kerja serta peralatan yang bersih. Bahan meliputi air pencuci dan air perebus, serta garam yang memenuhi kualitas garam industri. Aspek kesehatan kerja yang ditinjau seperti kelelahan dan nyeri pinggang selama pengolahan sehingga berpengaruh terhadap produktifitas. Pendekatan sikap kerja ergonomi pengolah ikan Di Desa Kusamba Kabupaten Klungkung dapat meningkatkan produktivitas tanpa merasa kelelahan dan nyeri pinggang dibandingkan sikap kerja pengolah ikan tradisional.

Pada penelitian tahun pertama dihasilkan bahwa sikap kerja pengolah ikan yaitu sikap kerja jongkok pada proses pencucian, pembersihan, penggaraman ikan dan sikap kerja membungkuk pada proses perebusan, sehingga menyebabkan menurunnya keluhan kesehatan kerja (kelelahan dan sakit punggung), serta produktivitas menurun. Dibandingkan pendekatan sikap kerja ergonomi yaitu duduk tegak pada proses pencucian, pembersihan, penggaraman ikan dan berdiri tegak pada proses perebusan, sehingga dapat menghasilkan kesehatan kerja dan produktifitas yang lebih tinggi.

## **METODOLOGI**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan rancangan sama subyek (*treatment by subject design*) yang dapat dilihat pada Gambar 1 (Camphel dan Stanley, 1963; Colton, 1974). Dengan rancangan ini pengukuran dilakukan dua kali yaitu sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan dengan pendekatan ergonomi.



Gambar 1. Rancangan Penelitian Pendekatan Sikap Kerja Ergonomi terhadap kegiatan pengolah ikandengan tanpa perbaikan (sebagai kontrol) dan dengan perbaikan pendekatan sikap kerja ergonomi (sebagai intervensi).

**Keterangan:**

O<sub>1</sub> = Observasi awal perlakuan, pengolah pandang sebelum perbaikan stasiun kerja.

O<sub>2</sub> = Observasi akhir perlakuan, pengolah pandang sebelum perbaikan stasiun kerja.

O<sub>3</sub> = Observasi awal perlakuan, pengolah pandang setelah perbaikan stasiun kerja.

O<sub>4</sub> = Observasi akhir perlakuan, pengolah pandang setelah perbaikan stasiun kerja.

WO= *Washing Out* untuk menghilangkan pengaruh perlakuan terdahulu agar tidak meninggalkan efek sisa diberikan selama satu hari. Dalam penelitian ini, washing out diberikan selama sehari, karena pekerjaan pemindang tergolong jenis pekerjaan ringan.

**Populasi dan sampel**

**Variabilitas Populasi**

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pengolah pandang yang berjenis kelamin perempuan di pemindangan Putra Segara, di Desa Kusamba, yang berjumlah 26 orang, dan memiliki variasi sebagai berikut:

- a. semua pengolah pandang di Kusamba yang berusia 30- 50 tahun.
- b. Pengalaman bekerja sebagai pengolah pandang minimal 3 tahun.

**Kriteria Inklusi**

Kriteria sampel yang ditetapkan masuk dalam penelitian ini ( kriteria inklusi ) diuraikan sebagai berikut :

- a. Jenis kelamin perempuan.
- b. Umur antara 30- 50 tahun.
- c. Pengalaman bekerja sebagai pengolah pandang sekurang-kurangnya 3 tahun.
- d. Memiliki fisik yang sehat ( tidak memiliki cacat fisik )
- e. Subjek terpilih bersedia menjadi subjek penelitian.

**Kriteria drop out**

Kriteria drop out yang ditetapkan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Subjek mengalami sakit saat berlangsungnya penelitian.
- b. Subjek sengaja meninggalkan tempat penelitian tanpa alasan yang jelas dan tanpa ijin.

- c. Subjek mempunyai hasil penelitian yang ekstrim, sehingga dapat mengganggu hasil penelitian.

### **Besar Sampel**

Besar sampel untuk penelitian intervensi ( trial ) ditentukan dengan jalan purposive, artinya peneliti menentukan jumlah besaran sampel dalam penelitian, berdasarkan kriteria-kriteria di atas, yakni 8 orang. Selanjutnya untuk menjaga kemungkinan apabila subjek drop out, maka jumlah sampel ditambah 2, sehingga besar sampel menjadi 10 orang.

### **Teknik penentuan sampel.**

Teknik penentuan sampel dalam penelitian ini adalah sampling acak sederhana dengan cara mengundi, dengan cara ini, semua anggota populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk menjadi sampel, sehingga hasil yang didapatkan, bisa didistribusikan kepada seluruh populasi.

### **Tempat dan Waktu**

Tempat penelitian ini dilakukan di pengolah ikan pindang tongkol UD Putra Segara, yang terletak di Desa Kusamba, Kecamatan Dawan Klungkung Bali. Waktu penelitian selama 2 bulan, antara Juli- Agustus tahun 2016.

### **Subjek Penelitian**

Subjek penelitian ini adalah pengolah ikan pindang di Desa Kusamba Klungkung yang stasiun kerjanya tidak ergonomis, sehingga dalam melakukan pekerjaannya, dengan sikap kerja jongkok dan membungkuk. Hal inilah yang kemudian peneliti intervensi dengan perbaikan stasiun kerja, dengan cara membuatkan meja kerja untuk pencucian ikan dan penggaraman, sehingga sikap kerja pemindang tidak lagi membungkuk, melainkan duduk tegak. Sedang untuk perebusan, intervensi yang peneliti lakukan dengan cara menaikkan posisi tungku setinggi pinggang, sehingga pemindang dapat melakukan pekerjaannya dengan cara berdiri.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN.**

### **Subjek Penelitian**

#### **Umur**

Hasil analisis terhadap 10 pemindang di UD Putra Segara didapat bahwa rerata umur subjek adalah 40, 1 tahun, dengan rentangan 30 – 50 tahun. Rentangan umur ini merupakan rentangan umur yang produktif dimana kekuatan otot, fisik, panca indera masih sangat optimum untuk beraktifitas dalam melakukan aktifitas bekerja, sebagai pemindang. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Alit ( 2000 ), yang mengatakan bahwa usia tersebut adalah usia produktif. Rentangan umur ini, hamper sama dengan penelitian Toto Nurasto ( 2004 ) dengan rentangan umur 35 – 50 tahun, dan rerata 42,3 tahun. Selain itu undang- undang ketenaga kerjaan Indonesia menyatakan bahwa usia produktif tenaga kerja berkisar antara 15 – 60 tahun.

Berdasarkan uraian di atas dengan umur 30-50 tahun, semua pemindang di UD Putra Segara yang menjadi subjek penelitian dapat dikatakan memiliki kapasitas fisik maksimal, sehingga pengaruh umur terhadap efek perlakuan dapat terkontrol( tidak bias ).



## Validitas dan Reabilitas Kuisisioner

Kuisisioner yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan kuisisioner Nordic body map yang telah dimodifikasi untuk mengukur keluhan subjektif pada punggung, pinggang dan lutut yang terdiri dari 4 skala likert.

### Keluhan Punggung.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa keluhan rasa sakit di punggung yang dialami oleh pemindang secara umum mengalami penurunan, sebelum perbaikan stasiun kerja dari 10 orang coba ada 4 keluhan, kemudian setelah perbaikan stasiun kerja turun menjadi 1 keluhan. Atau jumlah keluhannya berkurang sebesar 30 %.

### Keluhan Pinggang.

Demikian pula halnya, sebagaimana dengan keluhan subjek atas rasa sakit yang dirasakan di pinggang, sebelum perbaikan stasiun kerja, dari 10 orang pemindang, 6 diantaranya mengeluhkan pinggangnya sering sakit setelah bekerja, namun setelah perbaikan stasiun kerja tidak ada lagi pemindang yang mengalami keluhan pada pinggang. Itu artinya setelah perbaikan stasiun kerja, penurunan keluhan rasa sakit di pinggang pemindang mencapai 100%.

Penurunan jumlah keluhan tersebut terjadi karena adanya perbaikan stasiun kerja, dari yang sebelumnya para pemindang jongkok dan membungkuk dalam melakukan aktifitas pekerjaannya sebagai pemindang, kemudian diperbaiki stasiun kerjanya dengan jalan membuatkan meja, dan membuatkan kursi dan meninggikan tungku perebusan sehingga para pekerja tidak lagi jongkok, membungkuk dalam melakukan aktifitasnya. Apabila keadaan sebagaimana ketika sebelum stasiun kerjanya diperbaiki dibiarkan, maka lama kelamaan akan menimbulkan efek pada pekerjaannya, seperti ;

1. Akan menimbulkan / berakibat sakit permanen.
2. Akan mengurangi produktivitas dari tempatnya bekerja.
3. Akan mengurangi produktivitas pemindang itu sendiri.

### Kelemahan Penelitian

Kelemahan penelitian ini sebagaimana umumnya penelitian yang bersifat eksperimental, yaitu adanya carry over effect, yaitu adanya efek sisa dari kegiatan yang dilakukan oleh subjek penelitian, atau sampel. Seperti yang tampak pada data  $O_1$ , yang merupakan data sebelum kerja dan sebelum perlakuan ( Pre ) yang berbeda dengan data  $O_3$ , yang merupakan data sebelum bekerja dan setelah perlakuan ( Post ). Pada umumnya, data  $O_1$  dan  $O_3$  biasanya memiliki kecenderungan sama, dan bila beda maka perbedaan itu tidak signifikan karena subjek diukur sebelum bekerja, namun dalam penelitian ini kenyataannya berbeda. Hal itu terjadi, karena H ( -1 ) atau sehari sebelum proses pengukuran dilakukan, subjek bekerja, hal itu belum dapat dikontrol karena belum termasuk dalam tatalaksana penelitian, sehingga sisa efek keluhannya terbawa pada saat pengukuran.

Untuk itu disarankan kepada peneliti lain apabila akan mempergunakan model atau pola seperti ini, akan sangat lebih baik bila pada H-1 sebelum pengukuran subjek benar-benar diistirahatkan atau bila mana perlu diisolasi atau dikarantina agar tidak melakukan kegiatan

lain, sehingga sisa- sisa keluhan akibat pekerjaan seperti yang terjadi dalam penelitian ini dapat dihindari.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Secara subjektif pemindang merasakan adanya kelelahan yang berakibat menimbulkan keluhan pada punggung, pinggang dan lutut yang diakibatkan oleh stasiun kerja yang tidak ergonomis, sehingga pemindang harus melakukan pekerjaannya dengan sikap kerja jongkok, dan membungkuk, baik ketika dia berdiri maupun ketika dia berjongkok. Sehingga perbaikan stasiun kerja melalui meninggikan tunggu perebusan setinggi 40 Cm, membuat meja tempat pencucian dan penggaraman ikan, dan memberikan kursi.
2. Bahwa ternyata dengan perbaikan stasiun kerjanya, pemindang mampu meningkatkan produktivitas hingga 28 %.

## SARAN

1. Bagi para pemindang disarankan untuk tetap menggunakan stasiun kerja yang telah diperbaiki, karena hal ini telah terbukti mampu mengurangi keluhan rasa sakit di punggung, pinggang dan lutut sebagaimana hasil dari penelitian ini.
2. Bagi pemilik atau pengusaha pemindangan UD Putra Segara, disarankan untuk merawat stasiun kerja yang telah diperbaiki, memperbaiki apabila kelak rusak dan mensosialisasikan kepada pengusaha-pengusaha pemindang yang lain, hasil dan manfaat penelitian ini sehingga pemindang lainnya tidak perlu lagi mengalami keluhan sakit pada punggung, pinggang dan lutut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anis, J.F. & McConville. 1996. *Anthropometry*. Edited by Bharattacharya, A & McGlothlin, J.D. 1996. *Occupational Ergonomics Theory and Applications*. Marcel Dekker Inc. New York. 1-46.
- Anon. 1978. *Pemindangan Ikan*. Penerbit Yasaguna. Jakarta.
- Afrianto E. Dan E. Liviawaty . 1989. *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Aryani dan Rario. 2006. Kajian Masa Simpan Pindang Botol Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Ditinjau dari Lama Waktu Pengukusan yang Berbeda. *Journal of Tropical Fisheries* Vol. 1 (1) : 87-97.
- Ariyani, F. Dan Yennie, Y. 2008. Pengawetan Pindang Ikan Layang (*Decapterus russelli*) Menggunakan Kitosan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol 3. No. 2 : 139-146.
- Ariesyaddy, H.D. 2001. Studi Evaluasi Higiene dan Sanitasi Pengolah Makanan pada Restoran Asing dan Lokal di Kotamadya Bandung. Research Report. JBPTTTBPPP : 01-23. <http://Print-GDL4-0.htm> . Diakses 23/7/2007.

- Bakta, I.M. 1999. *Uji Klinik (Clinical Trial)*. Makalah yang disampaikan pada Semiloka IPTEK yang diselenggarakan oleh Penelitian dan Pengembangan Fakultas Kedokteran UNUD di Denpasar, 21-22 Oktober
- Chamberlain, T. 2001. Histamin Levels in Longlined Tuna in Fiji: A Comparison of Sample from Two Different Body Sites and The Effect of storage at Different Temperatures. *J.Nat. Sci.* 19 : 30-34.
- Depkes RI. 2006. *Kesehatan dan Keselamatan Kerja Laboratorium Kesehatan*. <http://www.depkes.go.id/>. Access. 02/11/06
- Fardiaz, S. 1989. Mikrobiologi Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Fatluk. 2008. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Laporan Praktikum Pemandangan. [http : pindang.ikan/laporan-praktikum-pemandangan.htm](http://pindang.ikan/laporan-praktikum-pemandangan.htm)
- Green, W.S., Barnet, C.S. 1993. *Design Implications of The Manual Handling Regulation and Code of Practise in Australia*. Proceedings of the International Ergonomics Association World Conference on Ergonomics of Materials Handling and Infomation Processing at Work, Warsaw, Poland, 14-17 june 1993
- Hadiwiyoto. S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Hidayat,A., Sumaryanto, H., dan Santoso, J. 1996. Buletin Teknologi Hasil Perikanan. Vol. II. No. 2 : 11-16.
- Hidayat, A., dan Ibrahim, B. 1996. Hubungan Nilai Gizi Protein dan Lama Waktu Perebusan Ikan Pindang. Buletin Teknologi Hasil Perikanan,. Vol II No. 2 : 1-10.
- Houshyar, A. 1993. *Appication of Ergonomics to a Material Handling Problem. The Ergonomics of Manual Work*, Proceedings of the International Ergonomics Association World Conference on Ergonomics of Materials Handling and Infomation Processing at Work, Warsaw, Poland, 14-17 june 1993. 41-48.
- Ilyas. S. 1980. Beberapa Permasalahan dan Prospek Pemandangan Ikan. LPTP. Jakarta.
- Ibrahim, B. 1997. *TQM. Panduan untuk menghadapi Persaingan Global*. Jakarta: Djambatan.
- Imada.A.S.1993.*Macroergonomic Approaches for Improving Safety and Health in Flexible, Self Organizing Systems*. The Ergonomics of Manual Work, Proceedings of the International Ergonomics Association World Conference on Ergonomics of Materials Handling and Infomation Processing at Work, Warsaw, Poland, 14-17 june 1993. 477-480.
- Jamasuta. 1992. Studi Tentang Kemungkinan Pemanfaatan Limbah Pemandangan Ikan Tongkol di Desa Kusamba. Kecamatan Dawan. Klungkung Bali. Universitas Udayana. Denpasar.
- Lehane, L. and Olley, J. 2000. Histamine Fish Poisoning Revisited. *Int. J. Food Microbiol.* 58; 1-37.
- Louis Party, Maria-Giovanna, Ilkka Kuorinka, 1993, *Participatory Ergonomics of Low Back Pain in MMH*, The Ergonomics of Manual Work, Proceedings of the International Ergonomics Association World Conference on Ergonomics of Materials Handling and Infomation Processing at Work, Warsaw, Poland, 14-17 june 1993, 523-526
- LP3 Unud. 2004. **Makalah, Penjaminan Mutu INTERNAL DI Perguruan Tinggi**. LP3 Unud

- LP3 Unud. 2004<sup>1</sup>. **Makalah, Proses perbaikan mutu di Perguruan Tinggi.** LP3 Unud
- Macinkowski, J.S. 1993. **Ergonomic Requirement for The Forming of Work Environmental Conditions in The Potato Industry.** The Ergonomics of Manual Work, Proceedings of the International Ergonomics Association World Conference on Ergonomics of Materials Handling and Information Processing at Work, Warsaw, Poland, 14-17 June 1993. 697-700.
- Manuaba, A. 1998<sup>a</sup>. **Bunga Rampai Ergonomi: Voll.** Program Pascasarjana Ergonomi-Fisiologi Kerja Universitas Udayana, Denpasar.
- Manuaba, A. 1998<sup>b</sup>. **Peranan Ergonomi dalam Mencegah Kecelakaan Pesawat Terbang.** Disampaikan dalam Simposium Kesehatan Penerbangan di Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, 12 Desember 1998. Denpasar.
- Manuaba, A. 2001. **Persamaan Tujuan Ergonomi dan Total Quality Management.** Disampaikan pada Tutorial Ergonomi. 9-10 Juli 2001. Denpasar: Bagian Faal, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
- Manuaba, A. 2000. **Participatory Ergonomics Improvement at The Workplace.** Jurnal Ergonomi Indonesia Vol. I No.1. Juni 2000: 6-10
- Manuaba, A. 2004. **Total Ergonomi disemua Sitem Kerja Mutlak Perlu demi Tercapainya Sistem Kerja yang Manusiawi dan Mutu Produk yang Mampu Bersaing.** Disampaikan pada: Keynote Address di Kongres ke IV Sarjana Teknik Industri Indonesia, Palembang Sumsel, 2004.
- Manuaba, A. 2004<sup>1</sup>. **Pendekatan Total Perlu untuk adanya proses Produksi dan produk yang Manusiawi, Kompetitif dan Lestari.** Disampaikan pada: Seminar teknik Industri Universitas Atmajaya, Yogyakarta, 2004
- Manuaba, A. 2004<sup>2</sup>. **Kontribusi Ergonomi dalam pembangunan, dengan Acuan Khusus Bali.** Presented at The 2<sup>nd</sup> national Seminar on Ergonomics, UGM, Yogyakarta, 9 Oktober 2004.
- Manuaba, A. 2005. **Total Approach in Evaluating Comfort Work Place.** Presented at UOEH International Symposium on Confort at The Workplace. Kitakyushu, Japan, 23-25 Oct 2005.
- Manuaba, A. 1992. Pengaruh Ergonomi Terhadap Produktivitas. *Bunga Rampai Ergonomi Vol. 11.* Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja Universitas Udayana, Denpasar. 1998. 126-133.
- Michelle M. Robertson. 2005. **Macroergonomics: A Work System Design Perspective.** <http://www.ergonomie-self.org>. Access 1/24/2006
- Moeljanto. R. 1982. Penggaraman dan Pengeringan Ikan. Penerbit. PT. Penerbar Swadaya. IKAPI. Jakarta.
- Mechanical Engineering/Institute of Production Engineering Work Science/ Ergonomics, 2005, **Work Science / Ergonomics – What Is It?**. <http://141.99.140.157/d/aws/index.htm>. Access 02/01/06
- Nitibaskara, R.R. 1980. Pengaruh Faktor-Faktor Pengolahan Terhadap Ketahanan Hasil Mutu Protein dari Pindang. Laporan Proyek Penelitian Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.

- Nagamachi, M. 1993, *Participatory Ergonomics*; A Unigue Technology Science, The Ergonomics of Manual Work, Proceedings of the International Ergonomics Association World Conference on Ergonomics of Materials Handling and Infomation Processing at Work, Warsaw, Poland, 14-17 june 1993. 41-48.
- Pandit, I.G.S. 2004. Teknologi Penanganan dan Pengolahan Ikan. Penerbit. PT. Bali Post. Denpasar.
- Pocock, S.J. 1983. *Clinical Trials, A Practical Approach*. New york: A Wiley Medical Publication.
- Saripah, H. Dan Setiasih, D. 1980. Dasar-dasar Pengawetan. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Supardi, I dan Sukamto, 1999. Mikrobiologi Dalam Pengolahan Dan Keamanan Pangan. Penerbit Alumni. Bandung.
- Suparno. 1993. Pengolahan Ikan Asin. Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian Pasca Panen Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- The Joyce Institute. 1998. *Workplace Ergonomics*. <http://www.ergonomi/joyce.workergs.html>.
- Tranggono. 1990/1991. Analisis Hasil Perikanan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Triatmojo, P. 2000. Pola Kuman Penyebab Diare Akut pada Neonatus dan Anak. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Departemen Kesehatan RI. Jakarta. P : 20-23.
- Well, R. 2002. *Participatory Ergonomics Process Design Change*. <http://www.waterloo.ca/~well/exposure-consepts.htm>.Access.02/16/06
- Winarno. F.G.. Fardiaz, S. Dan Fardiaz, D. 1984. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia. Jakarta.
- Winarno, F. G. dan Betty, J. S. L. 1983. Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya. Penerbit. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1993. Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

# PRODUK PINDANG DENGAN BAHAN BAKU YANG BERBEDA TERHADAP MUTU KIMIAWI, JUMLAH BAKTERI DAN ORGANOLEPTIK

Pandit, I.G.S.<sup>1)</sup>, Parwata, I. W.<sup>2)</sup>, Sudiarta, I.W.<sup>3)</sup>

<sup>1) 2) 3)</sup> Dosen Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa Denpasar \*)  
Dosen Fakultas Teknik Universitas Warmadewa Denpasar \*\*)  
suranaya\_pandit@yahoo.com

## Abstract

This research is an experimental study using single factor completely randomized design. As for the single treatment is boiled products with different raw materials. A treatment is boiled products with raw materials room temperature, B treatment is boiled product with the addition of crushed ice (1: 4). C treatment is boiled product with the addition of salt folk raw materials 10%. D treatment is a product boiled with a mixture of 50% B and 50% C. The results of test analysis covering the diversity of histamine content, moisture content, levels of TVB, salinity, total bacteria, and organoleptic test covering appearance, smell and taste shows the effect a real difference for each treatment A, treatment B, treatment C and treatment D. then proceed Duncan test at 5% confidence level. Pindang products with different raw materials to produce chemical quality, the number of bacteria and the organoleptic quality differently, but all treatments are still worthy of the Indonesian National Standard. Products pindang best obtained with raw materials addition of crushed ice (1: 4) with the quality levels of histamine 11.70 mgN%, the water content of 68.36%, the levels of TVB 86.02 mgN%, salinity 1:30% of bacteria  $19.10^2$  colonies/g, as well as evaluating the organoleptic like appearance 8.70 with the criteria intact, clean, neat and very interesting), the smell of 8.53 with the criteria of fragrant, fresh and specific types of fiber value of 8.53 with the criteria of taste very delicious, savory specific types.

**Keyword** : *Products boiled, different raw materials.*

## PENDAHULUAN

Pindang merupakan suatu bentuk olahan ikan yang akhir-akhir ini banyak dikonsumsi oleh masyarakat luas, namun disisi lain produk olahan ikan cepat sekali mengalami proses pembusukan (*perishable food*), hal ini disebabkan karena beberapa hal seperti kandungan protein yang tinggi dan kondisi lingkungan yang sangat sesuai untuk pertumbuhan mikrobia pembusuk. Adapun kondisi lingkungan tersebut seperti suhu, pH, oksigen, waktu simpan, dan kondisi kebersihan sarana prasarana. Bahan baku pindang adalah ikan tongkol yang tergolong

famili scombroidae, dan jika dibiarkan pada suhu kamar, maka segera akan terjadi proses penurunan mutu, menjadi tidak segar lagi. Bahan baku yang sudah tidak segar lagi, akan menghasilkan mutu olahan pindang yang bermutu rendah. Untuk itu perlu bahan baku yang segar untuk menghasilkan pindang yang bermutu tinggi. Di Desa Kusamba, pindang ikan tongkol merupakan produk olahan tradisional dengan sarana dan prasarana sangat sederhana, seperti penyimpanan ikan tongkol segar masih dibiarkan dilantai kotor, peralatan untuk merebus dari drum bekas yang mudah berkarat.

Keadaan ini akan berpengaruh terhadap mutu dan keamanan pindang ikan tongkol yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan karena untuk menunggu proses perebusan berikutnya ikan tongkol dibiarkan pada suhu kamar, sehingga akan berlangsung proses pembusukan, disamping air perebus yang sudah berulang kali digunakan. Salah satu produk proses pembusukan ikan tongkol adalah histamin sebagai penyebab keracunan (*histamine fish poisoning*). Secara organoleptik juga dapat diamati dengan jelas pindang yang bermutu tinggi dengan pindang yang sudah menurun mutunya. Pada akhirnya mutu bahan baku menjadi rendah dan masa simpan pindang ikan tongkol menjadi pendek. Upaya pengolahan ikan dengan penanganan bahan baku yang berbeda perlu dilakukan sehingga dapat diketahui mutu pindang terbaik. Adapun tujuan umum penelitian ini adalah untuk peningkatan keamanan produk pindang dengan bahan baku yang berbeda terhadap mutu kimiawi, jumlah bakteri dan organoleptik.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan mengadakan intervensi terhadap objek penelitian pada kondisi terkontrol. Rancangan acak lengkap (RAL) yang digunakan pada penelitian ini yaitu faktor tunggal adalah produk pindang dengan bahan baku yang berbeda terhadap mutu pindang yaitu :**A.** Produk pindang dengan bahan baku suhu kamar terhadap mutu pindang. **B.** Produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) terhadap mutu pindang. **C.** Produk pindang dengan bahan baku penambahan garam 10 % terhadap mutu pindang. **Dan D.** Produk pindang dengan bahan baku campuran 50% B dan 50% C terhadap mutu pindang.

Bahan yang digunakan adalah ikan tongkol (*Auxis thazard, Lac*) segar dengan panjang total rata-rata 25 cm dan berat rata-rata 250 g yang ditangkap oleh nelayan tradisional di perairan Seraya Desa Seraya Kecamatan Karangasem Kabupaten Karangasem Bali. Bahan baku tersebut dilakukan transportasi selama 3 jam dengan menggunakan suhu kamar, penambahan hancuran es (1:4), penambahan garam rakyat 10 %, serta penambahan 50 % B dan 50 % C sehingga diperoleh mutu kimiawi, jumlah bakteri dan organoleptik bahan baku yang berbeda. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan pengolahan pindang ikan, berupa kompor gas sebagai sumber pemanas, panci perebusan sebagai wadah perebus dan keranjang bambu berukuran 10 ekor ikan tongkol. Lembar skor organoleptik 1, 2, 3, sampai .....9 dan pensil. Timbangan elektrik scale model 1140 merk tanika. Termometer merk safety (-10°C – 110°C) serta Kamera digital untuk dokumentasi penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Produk pindang dengan mutu kimia yang berbeda

Produk pindang dengan bahan baku yang berbeda ditinjau dari mutu kimiawi yang meliputi kadar histamin, kadar air, *total volatile bases* (TVB) dan kadar garam terjadi perbedaan mutu produk pindang yang dihasilkan seperti Tabel 1.

Tabel-1. Mutu Kimiawi produk pindang dengan bahan baku yang berbeda.

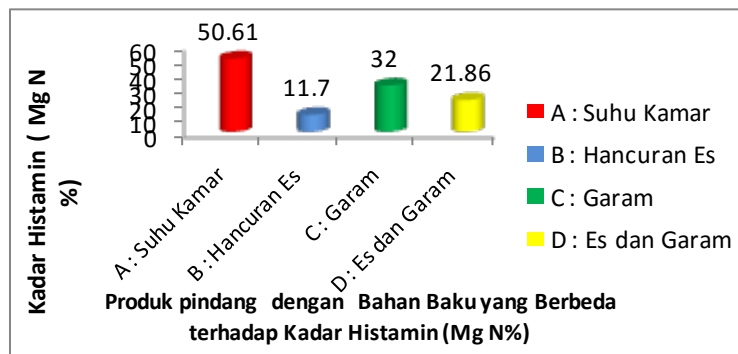
Perlakuan Produk Pindang dengan Bahan Baku yang berbeda	Histamin (mgN%)	Air (%)	Garam (%)	TVB (mgN%)
A. Produk pindang dengan bahan baku Suhu Kamar	50,61±2,65 a	66,32±0,44 b	1,48±0,06 c	91,10±3,30 a
B. Produk pindang dengan bahan baku Penambahan hancuran es (1:4)	11,70±1,70d	68,36±0,85 a	1,30±0,09 d	86,02±3,01d
C. Produk pindang dengan bahan baku Penambahan Garam Rakyat (10 % bb)	32,00±3,20 b	62,74±0,18 d	3,38±0,56 a	43,23±3,00 b
D. Produk pindang dengan bahan baku Penambahan 50 % B dan 50 % C	21,86±1,45 c	64,29±0,55 c	2,33±0,11 b	65,32±4,65 c

Keterangan ; uji duncan huruf yg berbeda menunjukkan beda nyata

### Kadar Histamin

Mutu bahan baku yang berbeda pada pembuatan pindang menghasilkan kadar histamin yang berbeda pula seperti Tabel 1. Proses pembuatan ikan pindang dilakukan dengan penambahan garam sebesar 10 % bb pada perlakuan A, perlakuan B, dan tanpa penambahan garam pada perlakuan C, sedangkan pada perlakuan D ada penambahan garam 5 % bb. Selanjutnya dilakukan proses perebusan pada air mendidih selama 15 menit, dihasilkan perbedaan kadar histamin. Pada pembuatan pindang dengan perlakuan A memiliki kadar histamin tertinggi, kemudian diikuti oleh perlakuan C dengan mutu kadar histamin yang lebih rendah, diikuti perlakuan D dan perlakuan B seperti disajikan pada Tabel 1. Hal ini membuktikan bahwa ikan tongkol segar tergolong *perishable food* artinya bahan pangan yang sangat cepat mengalami proses pembusukan/rusak. Pada perlakuan B mutu kadar histamin ikan pindang mampu menghasilkan atau menahan pembentukan kadar histamin sebesar 11,70 mgN%, sedangkan perlakuan A aplikasi teknik penanganan ikan tongkol segar pada suhu kamar  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  pembentukan kadar histamin menjadi yang tertinggi yaitu 50,61 mgN%. Perbedaan kadar histamin yang dihasilkan ini disebabkan bahan baku pembuatan produk pindang memiliki kadar histamin yang berbeda yang menyebabkan produk pindang yang dihasilkan memiliki kadar histamin yang berbeda. Untuk lebih jelasnya perbedaan kadar histamin pada produk pindang dengan penanganan bahan baku yang berbeda disajikan pada Gambar 1.





Gambar 1. Kadar histamin (mg N%) produk pindang dengan bahan baku yang berbeda

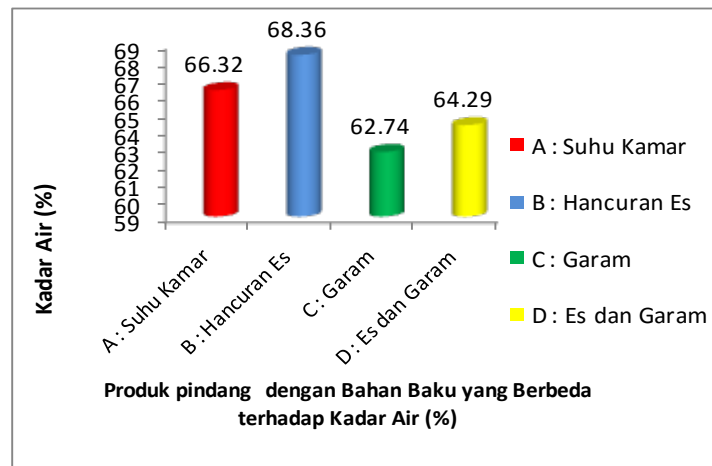
Pembentukan histamin ini sangat berkaitan erat dengan perkembangan jumlah bakteri (Tabel 1), khususnya bakteri yang mengeluarkan enzim histidine dekarboksilase mengubah asam amino histidin menjadi histamin. Hasil pembusukan berupa histamin oleh bakteri sangat optimal pada temperatur 30°C dan menurun atau lambat pada temperatur dingin yaitu 0-5°C (Lehane and Olley, 2000). Selanjutnya Sasaki (2001) dan Chamberlain (2001), mengatakan pembentukan histamin dari histidin yang merupakan racun scombroid berkisar pada temperatur 20-30°C. Kose dkk., (2003) melaporkan produksi histamin sebesar 80,96 mgN% pada ikan mackerel yang disimpan pada suhu 15°C, RH 70 % selama 1 minggu. Kualitas bahan baku dan kondisi higienis dapat mempengaruhi produk, kadar histamin menjadi tinggi dan kemungkinan keracunan histamin semakin tinggi selama penanganan.

Rata-rata kadar histamin pada produk pindang perlakuan B dengan penambahan garam sebanyak 10 % serta perebusan selama 15 menit menghasilkan kadar histamin sebesar 11,70 mgN%, sedangkan produk pindang dengan perlakuan D dengan penambahan garam 5 % menghasilkan kadar histamin sebesar 21,86 mgN%. Hal ini membuktikan bahwa penambahan garam dan proses perebusan selama 15 menit mampu menahan pertumbuhan bakteri pembentuk histamin dibandingkan produk pindang dengan perlakuan C menghasilkan kadar histamin 32,00 mgN% dan seterusnya produk pindang dengan perlakuan A dengan penambahan garam 10 % dan perebusan selama 15 menit menghasilkan kadar histamin 50, 61 mgN%. Lehane and Olley (2000), pembentukan histamin pada ikan karena kontaminasi bakteri dengan mengeluarkan enzim histidin dekarboksilase pada saat proses penanganan, penyimpanan, pengolahan, pemasaran ataupun saat proses di restoran dan di rumah menyebabkan bakteri pembentuk histamin dapat tumbuh dengan mengubah histidin menjadi histamin. Rata-rata kadar histamin pada produk pindang untuk semua perlakuan belum melewati batas aman kadar histamin yang layak untuk dikonsumsi yaitu sebesar 50 mgN% sesuai dengan standar FDA (Shakila dkk., 2005). Hal ini disebabkan sebagian besar bakteri pembentuk histamin tidak mampu untuk melakukan metabolisme dengan sempurna pada penambahan garam dan pemberian suhu tinggi seperti perebusan. Berdasarkan hasil penelitian Silva (2002), produksi histamin oleh bakteri yang teridentifikasi yaitu *Aeromonas* spp, *Streptococcus liquefaciens*, *S. marcescens*, *Pseudomonas* spp, *P. fluorescens* putida, *Acinetobacter* spp. Isolasi bakteri yang aktif memproduksi histamin pada loin tuna dengan temperatur rendah sangat bervariasi seperti *Morganella morganii*, *Klebsiella oxytoca*, *Staphylococcus hominis* dan *Enterococcus* (Economou dkk., 2007).

## Kadar Air

Produk pindang dengan bahan baku yang berbeda, yang ditambahkan garam sebanyak 10 % bb serta proses perebusan pada air mendidih selama 15 menit di tempat pengolahan pindang di Desa Kusamba Klungkung terjadi perbedaan kadar air yang dihasilkan. Pada perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam rakyat 10 % bb mempunyai kadar air terendah yaitu 62,74 %, diikuti oleh perlakuan D produk pindang dengan bahan baku 50 % B dan 50 % C sebesar 64,29 %, kemudian perlakuan A produk pindang dengan bahan baku pada suhu kamar sebesar 66,42 %, serta yang tertinggi kadar airnya adalah perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) sebesar 68,36 % seperti disajikan pada Tabel 1. Kadar air ini merupakan salah satu parameter produk ikan pindang (Tranggono 1991; Anon., 1994).

Perbedaan kadar air produk pindang ikan tongkol disebabkan oleh perlakuan bahan baku yang berbeda yaitu pada perlakuan C penambahan garam sebanyak 10 % sudah dilakukan lebih dulu sehingga ada lama penyimpanan, begitu pula perlakuan D dengan penambahan garam 5 % serta lama penyimpanan. Dengan demikian kadar air bahan baku yang digunakan pada pembuatan pindang yang berbeda. Selanjutnya akibat proses pembuatan ikan pindang dengan penambahan garam 10 % dan proses perebusan pada air mendidih selama 15 menit menyebabkan perbedaan kadar air produk pindang. Kadar air tertinggi yaitu sebesar 68,36 % terdapat pada perlakuan B. Hal ini disebabkan karena bahan baku perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) memiliki kadar air lebih tinggi yaitu 74,53 %, kemudian adanya penambahan garam 10 % bb dan lama perebusan 15 menit mengakibatkan kadar air lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar menghasilkan kadar air sebesar 66,42 %, hal ini disebabkan dengan penambahan garam rakyat 10 % bb dan lama perebusan 15 menit menyebabkan air bebas tertarik keluar, kemudian perlakuan D produk pindang dengan 50 % B dan 50 % C yang semula kadar air sebesar 72,99 % setelah penambahan garam 5 % lagi dan lama perebusan 15 menit kadar air menjadi 64,29 %. Yang terendah adalah perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam 10 % bb dengan lama penyimpanan lebih lama menyebabkan kadar air sebesar 62,74 %. Disamping itu disebabkan oleh lama perebusan dan adanya penambahan garam. Untuk lebih jelasnya kadar air untuk masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 2. Menurut Troller (1980), pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri sangat tergantung adanya air bebas yang dinyatakan dengan aktivitas air ( $a_w$ ) dan mutlak diperlukan untuk kelangsungan metabolisme bakteri.

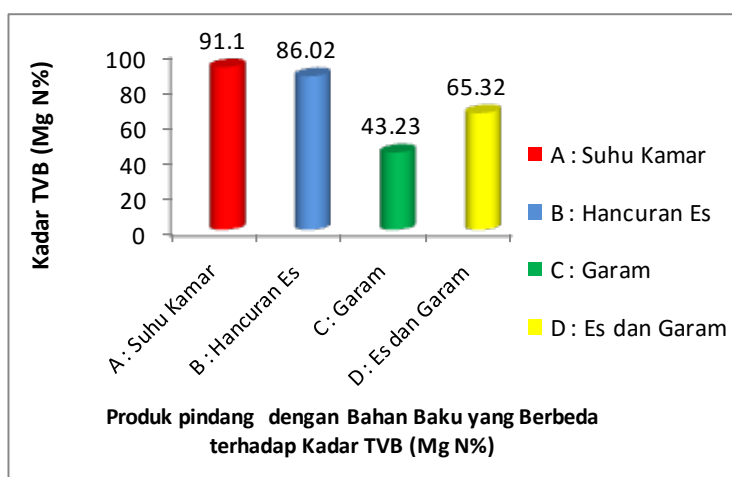


Gambar 2. Kadar air (%) produk pindang dengan bahan baku yang berbeda

Berdasarkan hasil uji Duncan produk pindang dengan perlakuan bahan baku yang berbeda berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) dimana antar perlakuan ditunjukkan dengan notasi huruf berbeda. Kadar air merupakan komponen penting pada bahan pangan karena air dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur dan cita rasa, sehingga kadar air ikut menentukan mutu produk pindang. Disamping itu kandungan air yang dinyatakan dengan air bebas dapat dimanfaatkan oleh bakteri untuk pertumbuhannya (Winarno, 1991).

### Kadar Total Volatil Bases

Rata-rata *total volatile bases* (TVB) produk pindang dengan bahan baku yang berbeda terjadi perbedaan kadar TVB seperti disajikan pada Tabel 1. Kadar TVB tertinggi terdapat perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar  $30^{\circ}\text{C}$  yaitu sebesar  $91,10 \text{ mgN}\%$ , diikuti oleh perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es yaitu sebesar  $86,02 \text{ mgN}\%$ , diikuti oleh perlakuan D produk pindang dengan bahan baku penambahan 50 % B dan 50 % C sebesar  $65,32 \text{ mgN}\%$  dan yang terendah pada perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam 10 % bb kandungan TVB sebesar  $43,23 \text{ mgN}\%$ . Untuk lebih jelasnya perbedaan kadar TVB disajikan pada Gambar 3.

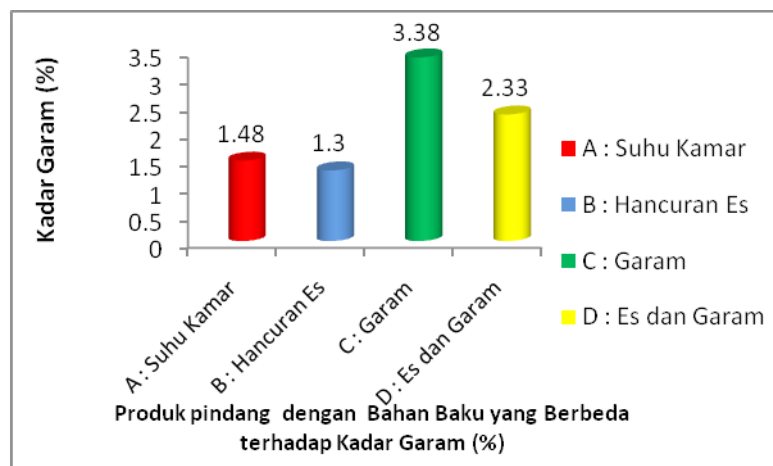


Gambar 3. TVB (mgN%) produk pindang dengan bahan baku yang berbeda

Kadar TVB ini dipengaruhi oleh jumlah bakteri yang tahan hidup setelah diberikan perlakuan pemindangan dengan penambahan garam 10 % dan proses perebusan selama 15 menit dalam air mendidih sehingga hasil metabolisme bakteri berupa TVB juga berbeda setiap perlakuan. Menurut Kerr dkk., (2002); Anon., (2006 b), TVB merupakan indikator kualitas produk ikan, termasuk trimetilamin, dimetilamin, amonia dan basa-basa nitrogen lain yang merupakan hasil kerja bakteri dan enzim autolitik selama proses pembusukan. TVB sebagai indikator kualitas produk ikan maksimum 200 mgN% merupakan batas produk ikan yang layak dikonsumsi. Berdasarkan Tabel 3.1 produk pindang dengan bahan baku yang berbeda pada semua perlakuan masih layak untuk dikonsumsi karena kadar TVB < 200 mgN%. TVB merupakan hasil dekomposisi protein oleh aktivitas bakteri dan enzim. Pemecahan protein dapat menghasilkan 95 % amonia dan CO<sub>2</sub>, disamping itu akibat langsung pemecahan protein menjadi total N non protein tubuh ikan menjadi basis dengan pH 7,1-7,2. Beberapa senyawa hasil pemecahan protein bersifat volatil dan menimbulkan bau busuk seperti amonia, H<sub>2</sub>S, merkaptan, phenol, kresol, indol dan skatol (Aurand dkk., 1987). Selanjutnya Chen dkk., (1990) melaporkan bahwa adanya hubungan antara degradasi protein dengan pertumbuhan bakteri proteolitik terhadap kadar TVB begitu juga dengan tingkat kesegaran pada udang selama pengangkutan.

### Kadar garam (%)

Kadar garam produk pindang dengan bahan baku yang berbeda menghasilkan kadar garam ikan tongkol segar yang berbeda pula. Perlakuan C yaitu produk pindang dengan bahan baku penambahan garam rakyat 10 % bb merupakan kadar garam tertinggi sebesar 3,38 %, diikuti oleh perlakuan D produk pindang dengan bahan baku 50 % B dan 50 % C dengan kadar garam sebesar 2,33 %, diikuti perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar ± 30°C sebesar 1,48 % dan terendah perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) sebesar 1,30 % seperti terlihat pada Gambar 3 dibawah.

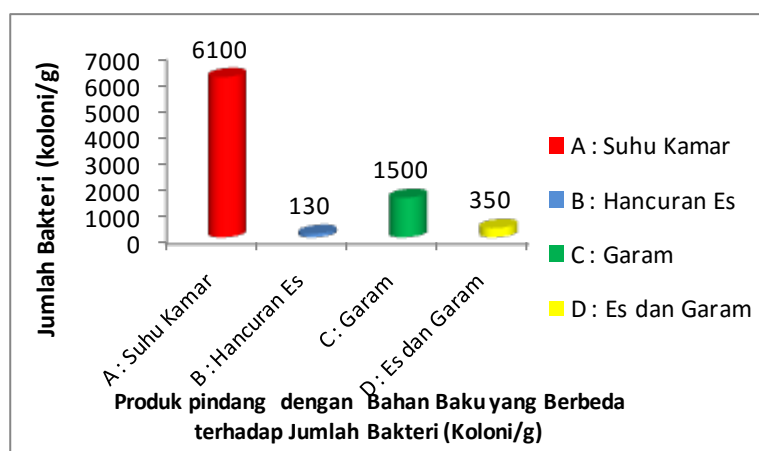


Gambar 3. Kadar garam (%) produk pindang dengan bahan baku yang berbeda

### Jumlah bakteri produk pindang dengan bahan baku yang berbeda

Mutu mikrobiologis produk pindang dengan bahan baku yang berbeda ditinjau dari jumlah bakteri. Jumlah bakteri akibat perlakuan yang diberikan terjadi perbedaan jumlah koloni bakteri akibat perlakuan penambahan garam 10 % bb dan proses perebusan dengan air mendidih

selama 15 menit di pengolah pindang di Desa Kusamba Klungkung. Rata-rata jumlah bakteri pada produk pindang dengan bahan baku yang berbeda terjadi perbedaan jumlah koloninya. Jumlah koloni tertinggi terdapat pada perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar 30°C, diikuti perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es, kemudian perlakuan D produk pindang dengan bahan baku 50 % B dan 50 % C dan yang terendah adalah perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam 10 % bb . Untuk lebih jelasnya perbedaan jumlah bakteri untuk masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 4. Jumlah koloni bakteri ini sangat menentukan mutu produk pindang ikan tongkol, seperti mutu kimiawi yang merupakan hasil metabolisme bakteri yaitu histamin, dan TVB. Begitu juga terhadap mutu organoleptik seperti kenampakan, bau dan rasa. Penggunaan suhu tinggi pada proses pengawetan, dapat menghambat pertumbuhan bakteri, bahkan bakteri mengalami kematian dan beberapa lagi tetap tumbuh lambat dengan membentuk spora (Gaman dan sherrington, 1994). Selanjutnya penggunaan suhu tinggi mengakibatkan penurunan proses kimia dan bakteri yang berhubungan dengan kerusakan atau pembusukan, namun penggunaan suhu tinggi tidak dapat digunakan untuk membunuh semua bakteri (Winarno dan Fardiaz, 1981).



Gambar 4. Jumlah bakteri (koloni/g) produk pindang dengan bahan baku yang berbeda

Menurut Soeparno (1992), berdasarkan suhu maksimum dan optimal pertumbuhan bakteri dibagi menjadi 3 kelompok yaitu thermophiles, mesophiles dan psychrophiles. Mikrobia thermophiles adalah bakteri yang dapat tumbuh baik pada suhu 40-65°C. Mikrobia mesophiles dimana sebagian besar bakteri pembusukan tumbuh pada suhu tersebut dengan kisaran pertumbuhan yaitu antara 15-45°C, sedangkan mikrobia psychrophiles adalah bakteri yang tumbuh pada suhu rendah yaitu 0-20°C, dengan jenis-jenis bakteri yang sering dijumpai pada produk yang disimpan pada suhu rendah antara lain *Pseudomonas*, *Aerobacter*, *Streptococcus* dan *Proteus*.

### Mutu Organoleptik Produk Pindang dengan Bahan Baku yang Berbeda

Produk pindang ikan tongkol dengan bahan baku yang berbeda akan menghasilkan mutu organoleptik produk pindang yang berbeda pula. Mutu organoleptik tersebut meliputi kenampakan, bau dan rasa. Perbedaan nilai kenampakan, bau dan rasa produk pindang ikan tongkol merupakan dampak dari bahan baku yang berbedaseperti disajikan pada Tabel 2

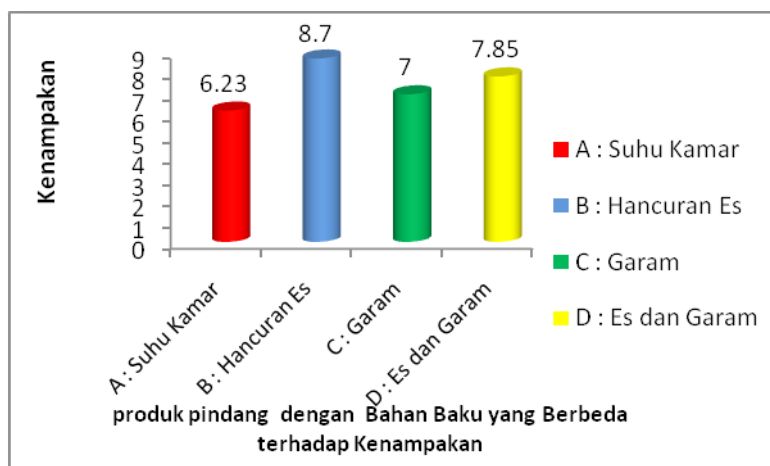
Tabel .2. Mutu Organoleptik produk pindang dengan bahan baku yang berbeda.

Perlakuan Produk Pindang dengan Bahan Baku yang berbeda	Kenampakan	Bau	Rasa
A. Produk pindang dengan bahan baku Suhu Kamar	6,23±2,65 d	5,86±0,44 d	5,83±0,06 d
B. Produk pindang dengan bahan baku Penambahan hancuran es (1:4)	8,70±1,70 a	8,53±0,85 a	8,53±0,09 a
C. Produk pindang dengan bahan baku Penambahan Garam Rakyat (10 % bb)	7,00± 3,20 c	6,73±0,18 c	6,98±0,56 c
D. Produk pindang dengan bahan baku Penambahan 50 % B dan 50 % C	7,85±1,45 b	7,68±0,55 b	7,73±0,11 b

Keterangan ; uji duncan huruf yg berbeda menunjukkan beda nyata

### Kenampakan

Rata-rata kenampakan dengan produk pindang dengan bahan baku yang berbeda dengan penambahan garam 10 % selama perebusan 15 menit pada air mendidih, mengakibatkan perbedaan nilai kenampakan produk pindang ikan tongkol seperti disajikan pada Tabel 3.2. Rata-rata nilai kenampakan yang diberikan oleh panelis terhadap produk pindang ikan tongkol setelah diberikan perlakuan bahan baku yang berbeda menghasilkan perbedaan nilai kenampakan, namun rata-rata nilai kenampakan yang dihasilkan masih dapat diterima oleh panelis sesuai kriteria nilai > 6. Nilai kenampakan terendah didapat pada perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar dengan nilai rata-rata 6,23 (kriteria utuh, bersih, kurang rapi, agak menarik), diikuti oleh perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam rakyat 10 % bb dengan nilai rata-rata 7,0 (kriteria utuh bersih, kurang rapi, menarik), diikuti perlakuan D produk pindang dengan bahan baku 50 % B dan 50 % C dengan nilai rata-rata 7,85 (kriteria utuh bersih, rapi, menarik), dan nilai rata-rata kenampakan ikan tongkol segar tertinggi didapat pada perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) sebesar 8,70 (kriteria utuh, bersih, rapi sangat menarik). Penurunan nilai kenampakan produk pindang dengan bahan baku yang berbeda, karena bagaimanapun juga penurunan nilai kenampakan ini disebabkan oleh perlakuan aplikasi teknik penanganan ikan segar yang berbeda. Kenampakan ikan tongkol segar merupakan faktor penentu sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan. Kenampakan dapat dipakai indikator kesegaran bahan pangan. Untuk lebih jelasnya nilai kenampakan ikan tongkol segar untuk masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 5.

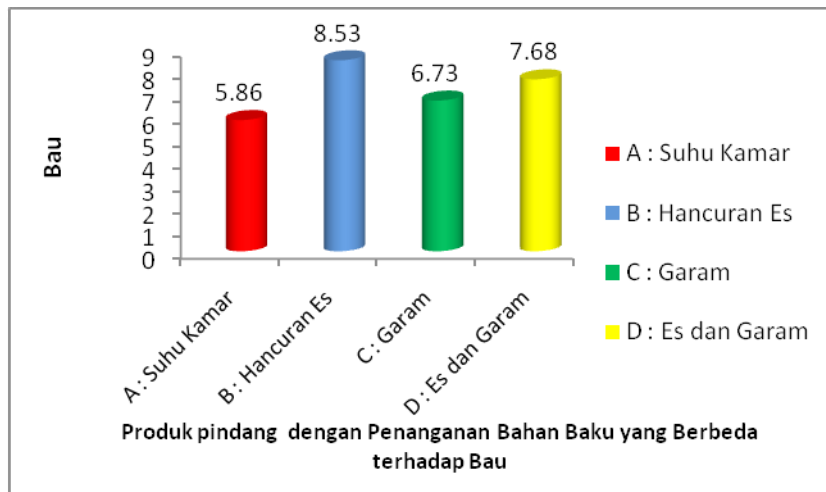


Gambar 5. Rata-rata nilai kenampakan produk pindang dengan bahan baku yang berbeda

Berdasarkan hasil uji Duncan pengaruh antar perlakuan, berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) yang ditunjukkan dengan notasi huruf berbeda antara perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dengan perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) dengan perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam rakyat 10%bb serta dengan perlakuan D produk pindang dengan bahan baku 50% B dan 50% C. Kenampakan ikan tongkol dipengaruhi oleh kadar air yang dikandung oleh masing-masing perlakuan, ikan tongkol dengan kadar air lebih rendah perlakuan A kenampakan lebih kering dibandingkan dengan perlakuan B. Kandungan air ikan tongkol merupakan komponen penting pada bahan pangan karena air dapat mempengaruhi kenampakan, sehingga kandungan air ikut menentukan kenampakan bahan pangan. Disamping itu tingginya jumlah bakteri akan merombak protein menjadi senyawa-senyawa sederhana dengan memanfaatkan kandungan air bebas yang terdapat pada ikan tongkol. Sejalan dengan berlangsungnya aktivitas bakteri tersebut dapat mengubah kenampakan ikan tongkol segar yang cemerlang menjadi redup.

### Bau

Rata-rata nilai bau produk pindang dengan bahan baku yang berbeda terjadi perbedaan nilai bau yang diberikan oleh panelis seperti disajikan pada Tabel 3.2. Semua perlakuan produk pindang dengan baku yang berbeda di tempat pengolahan pindang di Desa Kusamba Klungkung masih dapat diterima oleh panelis. Rata-rata nilai bau terendah didapat pada perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dengan nilai rata-rata 5,86 (kriteria bau netral), diikuti oleh perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam rakyat 10 %bb dengan nilai rata-rata 6,73 (kriteria bau hampir netral), diikuti perlakuan D produk pindang dengan bahan baku 50 % B dan 50 % C dengan nilai rata-rata 7,68 (kriteria bau sangat enak, segar, harum), dan nilai rata-rata kenampakan ikan tongkol segar tertinggi didapat pada perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) sebesar 7,8 (kriteria bau sangat enak, segar, harum). Untuk lebih jelasnya rata-rata nilai bau produk pindang ikan tongkol untuk masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata nilai bau produk pindang dengan bahan baku yang berbeda

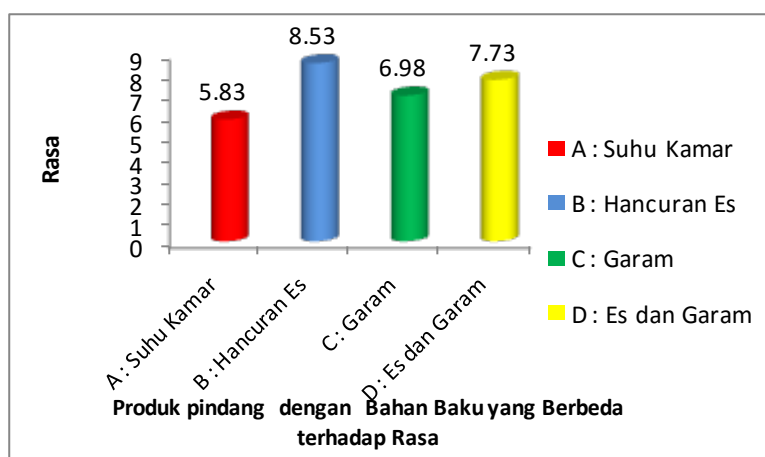
Berdasarkan hasil uji Duncan pengaruh antar perlakuan, berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) yang ditunjukkan dengan notasi huruf berbeda, antar perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dengan perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) dengan perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam rakyat 10%bb serta dengan perlakuan D produk pindang dengan bahan baku 50% B dan 50% C. Nilai bau yang paling rendah yaitu sebesar 5,63 pada perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  yang disebabkan karena proses penggaraman yang belum menyerap pada tumbuh ikan sehingga bau menjadi netral. Pada perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es mampu menyerah garam serta jumlah bakteri yang rendah menyebabkan bau produk pindang menjadi sangat enak, segar dan harum.

### Rasa

Rata-rata nilai rasa pada produk pindang dengan bahan baku yang berbeda dihasilkan rata-rata nilai rasa oleh panelis seperti disajikan pada Tabel 2. Rata-rata nilai rasa produk pindang ikan tongkol di tempat pengolahan pindang di Desa Kusamba Klungkung menunjukkan adanya perbedaan nilai rasa, namun masih dalam batas penerimaan panelis. Rata-rata nilai rasa terendah didapat pada perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dengan nilai rata-rata 5,83 (kriteria rasa enak, kurang gurih), diikuti oleh perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam rakyat 10 %bb dengan nilai rata-rata 6,98 (kriteria rasa enak, gurih), diikuti perlakuan D produk pindang dengan bahan baku 50 % B dan 50 % C dengan nilai rata-rata 7,73 (kriteria rasa sangat enak, gurih), dan nilai rata-rata rasa produk pindang ikan tongkol tertinggi didapat pada perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) sebesar 8,53 (kriteria rasa sangat enak sekali, gurih spesifik jenis). Perbedaan rata-rata nilai rasa pada masing-masing perlakuan disebabkan oleh pengaruh perlakuan produk pindang dengan bahan baku yang berbeda, serta akibat penambahan garam 10 % dan proses perebusan selama 15 menit pada air mendidih. Perubahan rasa dari sangat enak sekali menjadi enak, kurang gurih disebabkan oleh kerja bakteri dan enzim, khususnya bakteri yang mengeluarkan enzim proteolitik menguraikan protein sehingga secara bertahap mampu



menghasilkan rasa sangat enak sekali. Rata-rata nilai rasa untuk masing-masing perlakuan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rata-rata nilai rasa produk pindang dengan bahan baku yang berbeda

Berdasarkan hasil uji Duncan pengaruh antar perlakuan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) yang ditunjukkan dengan notasi huruf berbeda antar perlakuan A produk pindang dengan bahan baku suhu kamar  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dengan perlakuan B produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) dengan perlakuan C produk pindang dengan bahan baku penambahan garam rakyat 10%bb serta dengan perlakuan D produk pindang dengan bahan baku 50% B dan 50% C. Rasa produk pindang ikan tongkol yang diberi perlakuan B yaitu rasa sangat enak sekali, sehingga produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) mampu menghasilkan rasa produk pindang ikan tongkol sangat enak sekali. Rasa daging produk pindang ikan tongkol yang masih segar dengan penilaian panelis adalah 8,53 menunjukkan bahwasannya produk pindang ikan tongkol tersebut belum terjadi proses perombakan protein daging ikan oleh bakteri dan enzim. Pada kondisi ini produk pindang masih berada pada tahap sangat aman untuk dikonsumsi. Setelah tahap ini dilewati, maka apabila kondisi seperti suhu mencapai optimal untuk pertumbuhan bakteri, maka bakteri yang terdapat pada 3 pusat yaitu pada insang, isi perut dan permukaan tubuh ikan, tumbuh dengan sangat pesat menuju proses pembusukan. Pada perlakuan B, karena bahan baku pindang ikan tongkol masih sangat segar dan proses penyerapan garam berjalan dengan baik pada saat proses perebusan selama 15 menit pada air mendidih menghasilkan produk pindang dengan rasa yang sangat enak sekali, gurih dan sangat spesifik produk perebusan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan yaitu Aplikasi teknik penanganan ikan tongkol segar yang berbeda (produk pindang dengan bahan baku yang berbeda) menghasilkan mutu pindang yang berbeda pula.

Produk pindang dengan bahan baku suhu kamar  $30^{\circ}\text{C}$  terhadap mutu kimiawi yaitu kadar histamin sebesar 50,61 mgN%, kadar air 66,42 %, kadar garam 1,48 % dan kadar TVB 91,10 mgN%, jumlah bakteri  $23.10^2$  koloni/g, sedangkan mutu organoleptik yaitu kenampakan 6,23 bau 5,86 dan rasa 5,83 dengan kesimpulan masih dapat diterima, menuju ambang batas penolakan.

Produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es (1:4) terhadap mutu kimiawi yaitu kadar histamin 11,70 mgN%, kadar air 68,36 %, kadar garam 1,30 % dan kadar TVB 86,02 mgN%, jumlah bakteri  $19.10^2$  koloni/g, sedangkan mutu organoleptik yaitu kenampakan 8,70 bau 8,53 dan rasa 8,53 dengan kesimpulan mutu produk pindang terbaik. Produk pindang dengan bahan baku penambahan garam rakyat 10 % bb terhadap mutu kimiawi yaitu kadar histamin 32,00 mgN%, kadar air 62,74 %, kadar garam 3,38 % dan kadar TVB 43,23 mgN%, jumlah bakteri  $25.10^1$  koloni/g, sedangkan mutu organoleptik yaitu kenampakan 7,00 bau 6,73 dan rasa 6,98 dengan kesimpulan mutu produk masih dapat diterima. Produk pindang dengan bahan baku campuran 50 % hancuran es dan 50 % garam rakyat terhadap mutu kimiawi yaitu kadar histamin 21,86 mgN%, kadar air 64,29 %, kadar garam 2,33 % dan kadar TVB 65,32 mgN%, jumlah bakteri  $83.10^1$  koloni/g, sedangkan mutu organoleptik yaitu kenampakan 7,85 bau 7,68 dan rasa 7,73 dengan kesimpulan mutu masih baik dan masih dapat diterima.

Mutu terbaik diperoleh pada produk pindang dengan bahan baku penambahan hancuran es dengan kriteria mutu kimiawi yaitu kadar histamin 11,70 mgN%, kadar air 68,36 %, kadar garam 0,32 % dan kadar TVB 20,90 mgN%, jumlah bakteri  $19.10^2$  koloni/g, sedangkan mutu organoleptik yaitu kenampakan 8,70 bau 8,53 dan rasa 8,53.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anon. 1978. Pemandangan Ikan. Penerbit Yasaguna. Jakarta.
- Anon. 1986. Air dan bahan Makanan. Penerbit Agrich. Yogyakarta.
- Anon. 1988. Standar Mutu Industri Indonesia. Departemen Perindustrian. Jakarta.
- Anon, 1994. Standar Nasional Indonesia. Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan. Dirjen Perikanan dan Kelautan. Jakarta.
- Anon, 2002. Petunjuk Teknis Pengambilan Contoh dan Pengujian Organoleptik. Laboratorium Pembinaan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan. Dinas Perikanan dan Kelautan. Provinsi Bali.
- Anon, 2003. Mewaspada Histamin dalam Ikan. Sumber : clickwok.com. [http : HEALTH. htm](http://HEALTH.htm). Diakses 9/12/2005
- Adnan M. 1980. Tanggapan Tentang Proses Pembuatan Pindang Pada Dewasa Ini. Lembaga Penelitian Teknologi Perikanan, Badan Penelitian dan pengembangan pertanian, Departemen Pertanian RI. Jakarta
- Afrianto E. Dan E. Liviawaty . 1989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Kanisius. Yogyakarta.
- Allen, G. Green, D.P and Bolton, G. E. 2004. Control of Histamin Production in Current Commercial Fishing Operations for Mahi-Mahi (*Coryphaena hippurus*) and Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) in North Carolina. Corresponding author : dave\_green@ncsu.edu.
- Arpah, 1993. Pengawasan Mutu Daging Abon dan Ikan pindang, Tarsito. Bandung.

- Aryani dan Rario. 2006. Kajian Masa Simpan Pindang Botol Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Ditinjau dari Lama Waktu Pengukusan yang Berbeda. *Journal of Tropical Fisheries* Vol. 1 (1) : 87-97.
- Ariyani, F. Dan Yennie, Y. 2008. Pengawetan Pindang Ikan Layang (*Decapterus russelli*) Menggunakan Kitosan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol 3. No. 2 : 139-146.
- Ariesyaddy, H.D. 2001. Studi Evaluasi Higiene dan Sanitasi Pengolah Makanan pada Restoran Asing dan Lokal di Kotamadya Bandung. *Research Report*. JBPTTTBPP.P : 01-23. <http://Print-GDL4-0.htm> . Diakses 23/7/2007.
- Astawan, M. 2004. Ikan yang Sedap dan Bergizi. Solusi Sehat. Penerbit PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri. Solo.
- Aziz, K.A. Boer, M. Widodo, J. Naamin, N. Amarullah, M.H. Hasyim, B. Djamali, A. dan Priyono, B.E. 1998. Potensi, Pemanfaatan dan Peluang Pengembangan Sumberdaya Ikan Laut di Perairan Indonesia. Laporan Komisi Nasional Pengkajian Sumberdaya Perikanan Laut dengan IPB Bogor.
- Bakta, I. M. 1997. Metodologi Penelitian. Kumpulan Kuliah. Program Pasca Sarjana. Universitas Udayana. Denpasar.
- Bell. J. 2003. Prevent Histamine Poisoning in Your Fish. LSU.AgCenter. Sea Grant. Louisiana. [http : Louisiana/Fisheries/Fact/She. htm](http://Louisiana/Fisheries/Fact/She.htm). Diakses 2/1/2006
- Biomedix, 2003. Users Manual Microstrip Reader P300 Series. Pomona Technology Centre. California State Polytechnic University. Pomona.
- Bremer, P.J. Fletcher, G.C. and Osborne, C. 2003. Scombrototoxin in Seafood. New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited. Private Bag 4704 Christchurch. New Zealand.
- Bhara. M.C.L. 1995. Pengaruh Lama Perebusan dalam Larutan Garam Mendidih Terhadap Karakteristik Pindang Tongkol. (Skripsi) Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa. Denpasar.
- Chamberlain, T. 2001. Histamin Levels in Longlined Tuna in Fiji: A Comparison of Sample from Two Different Body Sites and The Effect of storage at Different Temperatures. *J.Nat. Sci.* 19 : 30-34.
- Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Tahun 1999-2003. Produksi Perikanan Tangkap Indonesia. Jakarta.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Bali. Tahun 2003-2005. Buku Tahunan Statistik Perikanan Tangkap. Denpasar.
- FAO. 2003. Assessment and Management of Seafood Safety and Quality. Corporate Document Repository. [Http : FAO/Respository. htm](http://FAO/Respository.htm). Diakses 2/3/2006.
- Fardiaz, S. 1989. Mikrobiologi Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Fatluk. 2008. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Laporan Praktikum Pemandangan. [http : pindang.ikan/laporan-praktikum-pemandangan.htm](http://pindang.ikan/laporan-praktikum-pemandangan.htm).

- Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Hadiwiyoto, S. 2006. Hubungan Keadaan Kimiawi dan Mikrobiologik Ikan Pindang Naya Pada Penyimpanan Suhu Kamar dengan Sifat Organoleptiknya. *Agritech*. Vol 15. No. 1 : 19-23.
- Heruwati, E. S. 1980. Study Kasus Pelendiran Pada Ikan Bandeng Kudus. Prosiding Seminar. Teknologi Pengolahan Pindang. LPTP. Jakarta
- Hidayat, A., Sumaryanto, H., dan Santoso, J. 1996. Buletin Teknologi Hasil Perikanan. Vol. II. No. 2 : 11-16.
- Hidayat, A., dan Ibrahim, B. 1996. Hubungan Nilai Gizi Protein dan Lama Waktu Perebusan Ikan Pindang. Buletin Teknologi Hasil Perikanan,. Vol II No. 2 : 1-10.
- Ilyas, S. 1980. Beberapa Permasalahan dan Prospek Pemandangan Ikan. LPTP. Jakarta.
- Ilyas, S. dan Hanafiah, T.A.R. 1978. Studi Mengenai Proses Pemandangan I. Mengamati Berbagai Aspek Selama Pemandangan Garam. LPTP. Jakarta.
- Irawan, A. 1995. Pengolahan Hasil Pertanian. Home Industri. Usaha Perikanan dan Mengkomersilkan Hasil Sampingannya. Penerbit Aneka. Solo.
- Indriati, N., Supriadi, M. W, dan Salasa, F. F. A. 2008. Isolasi dan Identifikasi Kapang pada Pindang Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol 3. No 1 : 11-19.
- Jamasuta. 1992. Studi Tentang Kemungkinan Pemanfaatan Limbah Pemandangan Ikan Tongkol di Desa Kusamba. Kecamatan Dawan. Klungkung Bali. Universitas Udayana. Denpasar.
- Joyce, S. 1998. Survey of Histamine in Tuna. Published by Scottish Food Co-ordinating Committee. Glasgow Scientific Services 64 Everard Drive. Glasgow.
- Lehane, L. and Olley, J. 1999. Histamine (Scombroid) Fish Poisoning. A Review in a Risk-Assessment Framework. National Office of Animal and Plant Health. Canberra.
- Lehane, L. and Olley, J. 2000. Histamine Fish Poisoning Revisited. *Int. J. Food Microbiol.* 58; 1-37.
- Messer, W.S. 2000. MBC 3320 Histamine, Histamine Synthesis, Histamine Receptors, Histamine Antagonists. Medicinal and Biological Chemistry at The University of Toledo.
- Moeljanto. R. 1982. Penggaraman dan Pengeringan Ikan. Penerbit. PT. Penerbar Swadaya. IKAPI. Jakarta.
- Nasran. S. 1980. Present Status dalam Usaha Pemandangan. Prosiding Seminar Teknologi Pengolahan Pindang. Jakarta.
- Nazir, M. 2003. Metode Penelitian. Penerbit Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Nitibaskara, R.R. 1980. Pengaruh Faktor-Faktor Pengolahan Terhadap Ketahanan Hasil Mutu Protein dari Pindang. Laporan Proyek Penelitian Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Noltkamper. D. 2003. Toxicity, Marine-Histamine in Fish. *Medicine Instant Access to The Minds of Medicine*. [http : Medicine/Toxicity/Marine/Histamine/In/Fish. htm](http://Medicine/Toxicity/Marine/Histamine/In/Fish.htm). Diakses 12/7/2005.

- Pandit, I. G. S., Mangku. I. G. P., dan Suparwata, I N. B. 1997. Penggunaan Jenis Bahan Pengemas dan Lama Penyimpanan Terhadap Stabilitas Mutu Pindang Ikan Tongkol. Prosiding Seminar Tek.Pangan.Hal.487-495.
- Pandit, I.G.S. 2004.Teknologi Penanganan dan Pengolahan Ikan.Penerbit.PT. Bali Post. Denpasar.
- Patrick, J. D. 2005. Toxicity, Scombroid. Medicine Instant Access to The Minds of Medicine. [http : Medicine/Toxicity/Scombroid/Article/by/John. htm](http://Medicine/Toxicity/Scombroid/Article/by/John.htm). Diakses 9/12/2005.
- Saripah, H. Dan Setiasih, D. 1980. Dasar-dasar Pengawetan. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Saleh, M. 1993. Ikan Pindang. Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian Pasca Panen Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Supardi, I dan Sukamto, 1999. Mikrobiologi Dalam Pengolahan Dan Keamanan Pangan. Penerbit Alumni. Bandung.
- Suparno. Syahrul, B. Dan Hanafiah, T.A.R. 1980. Mengamati Beberapa Aspek Selama Proses Pemandangan Air Garam (Cue). Lembaga Penelitian Teknologi Perikanan. Jakarta.
- Suparno. 1993. Pengolahan Ikan Asin. Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian Pasca Panen Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik. Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Tranggono. 1990/1991. Analisis Hasil Perikanan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Triatmojo, P. 2000. Pola Kuman Penyebab Diare Akut pada Neonatus dan Anak. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Departemen Kesehatan RI. Jakarta. P : 20-23.
- Winarno. F.G.. Fardiaz, S. Dan Fardiaz, D. 1984. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia. Jakarta.
- Winarno, F. G. dan Jenie, B. S. L. 1983. Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya. Penerbit. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1993. Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.