

SEMINAR NASIONAL PERTETA 2011

Tema:

**Peran Keteknikan Pertanian dalam
Mendukung Pembangunan Pertanian
Industrial Berkelanjutan**

Jember, 21 - 22 Juli 2011



*Membangun Generasi
Menuju Insan Berprestasi*

**PERTETA
CABANG JEMBER**

Bersama :



DAFTAR ISI

Deskripsi	Halaman
Daftar Kepanitiaan.....	i
Sambutan Ketua PERTETA Pusat	iii
Sambutan Ketua PERTETA Cabang Jember.....	v
Daftar Isi	vi
Daftar Makalah.....	vii
Jadwal Acara Seminar Nasional.....	xvii
Pembicara Utama Pak Kartono	1
Pembicara Utama Abdul Rozak	21
Susunan Abstrak.....	30
A. Bidang Kajian: Alat dan Mesin Pertanian	30
B. Bidang Kajian: Teknik Pasca Panen dan Proses Hasil Pertanian.....	169
C. Bidang Kajian: Sumber Daya Lahan dan Air	456
D. Bidang Kajian: Lingkungan.....	667
E. Bidang Kajian: Energi Terbarukan	804
F. Bidang Kajian: Ekonomi, Sosial dan Management.....	912

DAFTAR MAKALAH

BIDANG KAJIAN ALAT DAN MESIN PERTANIAN

[A-1] Prototipe Alat Pengering Pati Sagu Model *Agitated Cross Flow Fluidized Bed*

ABADI JADING, PAULUS PAYUNG, RENIANA

[A-2] Pengembangan Alsin Pengupas Dan Pencuci Ubi Kayu Mendukung Industri Pengolahan Tepung Aneka Umbi

ANA NURHASANAH, SUPRIYANTO, ELITA R, TITIN N., UNING B.

[A-3] Pengembangan Desain Dan Uji Lapangan Roda Sirip Lengkung Traktor Tangan

ANSAR

[A-4] Analisis Beban Kerja Pada Proses Penggilingan Padi, Studi Komparasi Antara Penggilingan Padi Skala Besar Dan Kecil

ATIQOTUN FITRIYAH, SAM HEORDIAN

[A-5] Modifikasi Mesin Perajang Singkong Tipe Horizontal

BUDIANTO LANYA, SANDI ASMARA, WARJI, MOXA LABONARDO SIMANGUNSONG

[A-6] Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Dinamometer Tipe Rem Cakram

DESRIAL, AHMAD S, HASIBUAN

[A-7] Optimasi Suhu Dan Kehalusan Pasta Kakao Pada Alsin Kempa Hidrolik Terhadap Mutu Bubuk Kakao

EDY SUHARYANTO, SRI MULATO, KASWANTO

[A-8] Analisis Hambatan Penggunaan Alat Mesin Perontok Padi

FIKRI AL-HAQ FACHRYANA, I WAYAN ASTIKA

[A-9] Peluang Modifikasi Alat Pengupas Kulit Ari Kedelai Orbapas

GATOT SUHARTO ABDUL FATAH, M. LUTFI

[A-10] Design Machine Skinner Testa Peanut (*Arachis Hypogaea L.*)

HAMID AHMAD, MUHAMMAD FAZLUL RAHMAN

[A-11] Studi Ergonomi Pada Power Tiller (Aspek Anthropometry Dan Kebisingan Pada Operator)

I.B. SURYANINGRAT

[A-12] Efektivitas Posisi Sudu Dalam Pemanfaatan Angin Untuk Aerator Tambak Menggunakan Kincir *Savonius Tipe-L*

MUSTHOFA LUTFI

[A-13] Uji Kerja Mesin Pencacah Jerami Tipe Tep Unila

OKTAFRI, WARJI

[A-14] Penerapan Mekanisasi Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengolahan Lada Putih Dan Menekan Kontaminasi

RISFAHERI

[A-15] Penggunaan Mesin Perontok Untuk Menekan Susut Dan Mempertahankan Kualitas Gabah

ROKHANI HASBULLAH DAN RISKA INDARYANI

[A-16] Konfigurasi Mesin Penggilingan Padi Untuk Menekan Susut Dan Meningkatkan Rendemen Giling

ROKHANI HASBULLAH DAN ANGGITHA RATRI DEWI

[A-17] **Evaluasi Kinerja Mesin Penggiling Ukuran Biji Kopi Pascasangrai Tipe Burrmill**

SISWOYO SOEKARNO, SISWIJANTO, S. WIDYOTOMO

[A-18] **Modifikasi Dan Uji Performansi Mesin Perontok Padi Tipe Throw-In Untuk Perontokan Padi Dengan Sistem Panen Potong Bawah**

SUPARLAN, ANJAR SUPRAPTO

[A-19] **Rekayasa Unit Prototipe Pengolahan Tepung Komposit Dari Aneka Umbi Kapasitas 5 Ton/Hari**

SUPRIYANTO, ANA N., ELITA R., UNING B., TITIN N.

[A-20] **Kinerja Mesin Penghancur Sisa Tanaman**

TRI TUNGGAL, HASBI, KOMARUDIN HUTAPEA

[A-21] **Perancangan Dan Otomatisasi Alat Perajang Ubi Kayu**

WAHYUNANTO AGUNG NUGROHO, MOCHAMAD BAGUS HERMANTO, ROHGANGA BAHWONO

TEKNIK PASCA PANEN DAN PROSES HASIL PERTANIAN

[B-1] **Aplikasi Metode Exponensial Decay Pada Penentuan Konstanta Laju Penguapan Air (Studi Kasus Pada Penggorengan Vakum Buah Nanas)**

ANANG LASTRIYANTO, SUDJITO SOEPARMAN, RUDY SOENOKO, SUMARDI HS, MS.

[B-2] **Pengembangan Prototipe Wadah Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma Cocoa* L.) Dengan Agitator Otomatis Berbasis Mikrokontroler**

ANDASURYANI, RENNY EKA PUTRI, SANDRA

[B-3] **Karakteristik Sifat Fisika, Kimia Dan Mikrobiologis Susu Kambing Yang Dipasteurisasi Dengan Sinar Ultraviolet Dengan 1, 2 Dan 3 Sirkulasi**

BUDI HARIONO, SUTRISNO, KUDANG BORO SEMINAR, RARAH RATIH A MAHESWARI

[B-4] **Pemanfaatan Panas Kondensor AC Untuk Pengeringan Pangan: Studi Pengeringan Cip Kentang**

DEDY EKO RAHMANTO, I DEWA MADE SUBRATA, SUTRISNO

[B-5] **Model Matematik Laju Perubahan Kadar Air Kristal Gula Semut Selama Pengeringan**

DEVI YUNI SUSANTI, SRI RAHAYOE, MOHAMMAD RIO PRATAMA

[B-6] **Konstanta Laju Pengeringan Pada Proses Pemasakan Singkong Menggunakan Tekanan Kejut**

DEWI MAYA MAHARANI, BUDI RAHARDJO, SRI RAHAYOE

[B-7] **Rancang Bangun Dan Uji Coba Prototipe Alat Pasteurisasi Berbasis Teknologi Efek Medan Magnet**

ELOK KURNIA NOVITA SARI

[B-8] **Kajian Ventilasi Dan Perubahan Suhu Dalam Kemasan Karton Dengan Komoditas Tomat**

EMMY DARMAWATI, GITA ADHYA WIBAWA SAKTI

[B-9] **Perubahan Sifat Fisik Dan Aktivasi Antioksidan Tepung Rempah Selama Pengeringan**

GATOT PRIYANTO, YUDHIA, BASUNI HAMZAH

[B-10] **Inseri Teknologi Hurdle Dengan Penambahan Ekstrak Kunyit Dan Penyimpanan Suhu Dingin Pada Industri Rumah Tangga Mie Basah**

GIYARTO, YULI WITONO, TAMTARINI, NANY MARIAH QIBTHIYAH

[B-11] **Mass Transfer During Drying Of Paddy Using Direct Sun Drying**

HANIM Z. AMANAH, SRI RAHAYOE, SUKMA PRIBADI

[B-12] **Pemodelan Transport Larutan Dari Penampung Silinder Porous Dalam Tanah Dengan Metode Beda Hingga**

HERMANTORO

[B-13] **Masa Simpan Makanan Tradisional Berbahan Baku Beras Pada Berbagai Jenis Kemasan Dan Waktu Perebusan**

I MADE ANOM SUTRISNA WIJAYA, I GUSTI KETUT ARYA ARTHAWAN, I KETUT SUTER

[B-14] **Pengaruh Perlakuan Blansing Dan Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Kinetika Proses Pengeringan Pisang**

IWAN TARUNA, FATHOR RAHMAN

[B-15] **Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis Bubur Pisang Pada Berbagai Densitas Bahan Dan Suhu Pengeringan**

IWAN TARUNA, OKY TRI WICAKSO

[B-16] **Fenomena Penyerapan Minyak Pada Keripik Buah Selama Dalam Pengorengan Tekanan Rendah**

JAMALUDDIN, BUDI RAHARDJO, PUDJI HASTUTI, ROCHMADI

[B-17] **Uji Kualitas Fisik Makanan Padat (Food Bars) Dari Berbagai Komposisi Tepung Berbasis Komoditas Lokal**

LA CHOVIYA HAWA, NUR KOMAR, GUSIK LUMIAR

[B-18] **Distribusi Panas Dalam Pengalengan Gudeg**

MUHAFILLAH, ASEP NURHIKMAT, BANDUL SURATMO

[B-19] **Penentuan Kadar Air Kritis Pada Pengeringan Ubi Jalar**

NI LUH SRI SURYANINGSIH, BUDI RAHARDJO, BANDUL SURATMO

[B-20] **Formulasi Flakes Komposit Dari Tepung Jagung Putih – Tempe**

NUR AINI, S. JONI MUNARSO, V. PRIHANANTO

[B-21] **Analisis Perpindahan Panas Dan Massa Proses Pengeringan Jagung Tongkol Dengan Beberapa Metode Pengeringan Sederhana**

NURSIT BINTORO, HANIM ZUHROTUL A., APRIADI

[B-22] **Pengaruh Pelapisan Lilin Dan Pembungkusan Plastik Pada Karakteristik Fisiko-Kimia Dan Umur Simpan Buah Manggis**

RENI Y. GULTOM, DEDY A. NST, ANA N., MULYANI

[B-23] **Mangosteen Peel Drying Characteristics By Hybrid Rack Dryer**

ROFANDI HARTANTO, WAHYU RUSDIYANTO

[B-24] **Kajian Penambahan Arang Aktif Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Mutu Dan Umur Simpan Cabai Merah (*Capsicum Annum* L.)**

SARIFAH NURJANAH, SUDARYANTO ZAIN, M. SAUKAT DAN ALLAN RINALDI

[B-25] **Histeresis Pada Proses Adsorpsi Dan Desorpsi Lengas Kakao Bubuk**

SISWIJANTO, SURYANTO, LILIK ERMA SARASWATI

[B-26] Karakterisasi Selulosa Kulit Rotan Sebagai Material Pengganti Fiber Glass Pada Komposit

SITI NIKMATIN, Y. ARIS PURWANTO, TIENEKE MANDANG, AKHIRUDIN MADDU, SETYO PURWANTO

[B-27] Simulasi Perancangan Flash Dryer Untuk Pengeringan Tepung Tapioka Pada Tingkat UMKM

SRI RAHAYOE, SPERISA DISTANTINA, INDRA PERDANA

[B-28] Pengukuran Tingkat Fermentasi Beberapa Klon Kakao Lindak Dengan Teknologi Digital Sensor Warna

SRI MULATO, EDY SUHARYANTO, NURHAYATI

[B-29] Ekstarksi Senyawa Antioksidan Kulit Buah Kopi Robusta

SUKATININGSIH

[B-30] Difusivitas Kafein Pada Biji Kopi Selama Proses Dekafeinasi

SUKRISNO WIDYOTOMO, HADI K. PURWADARIA, ATJENG M. SYARIEF, SRI MULATO

[B-31] Karakterisasi Fermentasi Pulpa Kakao Dengan Metode Batch

SUKRISNO WIDYOTOMO, ATJENG M. SYARIEF HADI K. PURWADARIA, SRI MULATO

[B-32] Penentuan Konstanta Pengeringan Wortel (*Daucus carota L.*) Dengan Pengering Mekanis

SURYANTO, BAGUS S

[B-33] Penentuan Kadar Air Keseimbangan Bubuk Kopi Robusta

SUTARSI, RAHMA DANJAR

[B-34] Rancangan Kemasan Berbahan Karton Gelombang Untuk Individual Buah Manggis

SUTRISNO, EMMY DARMAWATI, DANNY SUKMANA

[B-35] Proses Pemisahan Minyak Bunga Mawar-Etanol Hasil Ekstraksi Enfleurasi Menggunakan Evaporator Vakum

TRI HANDAYANI

[B-36] Inseri Teknologi Hurdle Pada Industri Rumah Tangga Pengolahan Bakso Dengan Kombinasi Penambahan Ekstrak Kunyit Dan Jahe Serta Minimal Blanching

TAMTARINI, YULI WITONO, DJUMARTI, SINTA IRAWATI

[B-37] Deteksi Gejala Chilling Injury Buah Mangga Gedong Gincu Berdasarkan Perubahan Ion Leakage

Y. ARIS PURWANTO, H. OKVITASARI, SUTRISNO, ID.M. SUBRATA, U. AHMAD, SUGIYONO

[B-38] Uji Hidrolisis Dan Modifikasi Proses Hidrolisis Protease Biduri Pada Substrat Koro Kratok

YULI WITONO, WIWIK SITI WINDRATI, HERTA PUSPITASARI

[B-39] Pengembangan Teknologi Hurdle Pada Pengolahan Bakso Melalui Kombinasi Blanching Dan Penambahan Ekstrak Kunyit Serta Jahe

YULI WITONO, TAMTARINI, DJOKO PONJTO HARDANI, DAN NINIK SULISTYOWATI

[B-40] Karakteristik Bihun Fungsional Dari Tepung Umbiumbian

YULIA PRAPTININGSIH

[B-41] Karakteristik Fisiko Kimia Dan Panas Delapan Varietas Biji Jagung

RATNANINGSIH, MAULIDA HAYUNINGTYAS, DAN NUR RICHANA

SUMBER DAYA LAHAN DAN AIR

[C-1] Evaluasi Model Cropwat untuk Pendugaan Kebutuhan Air Tanaman Nanas

AHMAD TUSI, BUSTOMI ROSADI, MARULI TRIANA

[C-2] Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Model Ekonomi Teknik pada Pengelolaan Dan Manajemen Subak Berbasis Teknologi Web

ANDRI PRIMA NUGROHO, LILIK SOETIARSO, SUMIYATI

[C-3] Aplikasi Esda Untuk Analisa Variabilitas Spasial Bulan Basah Dan Bulan Kering Di Jawa Timur

ARDIAN NUR FAKHRUDIN, INDARTO, BOEDI SOESANTO

[C-4] Analisis Debit Sub Das Ciliwung Hulu Menggunakan Swat (*Mw-Swat Dan Swat-Cup*)

ASEP SAPEI, MAHMUD A. RAYMADOYA, IZHUL LAKSANA

[C-5] Analisis Tingkat Kekritisan Lahan Pada Das Batulicin Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan

BADARUDDIN

[C-6] Prediksi Genangan Banjir menggunakan SIMOBA (Studi Kasus di Kabupaten Ponorogo)

BAMBANG RAHADI

[C-7] Analysis Of Paddy Cultivation Based On Sri (System Of Rice Intensification) Method (Case Study Of Kulonprogo

DEWI YULITA, SIGIT SUPADMO ARIF, BENITO HERU PURWANTO

[C-8] Peluang Partisipasi Multipihak Dalam Pengelolaan Das Musi Dalam Bentuk Pembayaran Jasa Lingkungan

EDWARD SALEH

[C-9] Rekayasa Hidroponik Dalam Rangka Peningkatan Hasil Dan Kualitas Stroberi di Serang-Purbalingga

ENI SUMARNI, MASRUKHI, SUROSO

[C-10] Dukungan Sistem Irigasi Dalam Pengembangan Sri (*The System Of Rice Intensification*)

ERI GAS EKAPUTRA

[C-11] Rancang Bangun Alat Penyiram Otomatis Berdasarkan Nilai Pf Tanah Dengan Mikrokontroler At89s51

EVI KURNIATI, MARRIO DWI OKTIVIANTO, FANDI SANDANA PUTRA

[C-12] Analisis Perubahan Iklim Dan Debit di Das Cidanau

FADLI IRSYAD, BUDI INDRA SETIAWAN, SATYANTO KRIDO SAPTOMO

[C-13] Variabilitas spasial hujan bulanan di Jawa Timur

FATMA AMALIA MUFIDA, INDARTO, BOEDI SOESANTO

[C-14] Prosedur Kalibrasi dan Validasi Model SMAR: aplikasi di sub-DAS Rawatamtu

INDARTO

[C-15] Pengembangan Model Pengendalian Aset Nirwujud Dalam Manajemen Sistem Irigasi Tingkat Tersier

NUGROHO TRI WASKITHO, SIGIT SUPADMO ARIF, MOCH MAKSUM, SAHID SUSANTO

[C-16] Pembangkitan Data Curah Hujan Untuk Memprediksi Saat Tanam Tembakau

PUTU SUDIRA, SUKIRNO, ANGGIAN BATUBARA

[C-17] Eksplorasi Potensi Air Tanah Di Cekungan Cidanau, Serang, Banten

ROH SANTOSO BUDI WASPODO

[C-18] Optimasi Pemanfaatan Air Baku Dengan Menggunakan Linear Programming (Lp) di Daerah Aliran Sungai Cidanau, Banten

ROH SANTOSO BUDI WASPODO

[C-19] Sistem Pengambilan Keputusan Untuk Pengembangan Usahatani Terpadu

RUSTAN MASSINAI, PUTU SUDIRA, DAN LILIK SUTIASO

[C-20] Analisis Neraca Air Secara Klimatik Di Perkebunan Tebu Lahan Kering

SAHID SUSANTO

[C-21] Kajian Debit Dan Sedimentasi Di Kawasan Hulu Sub Daerah Aliran Sungai (Das) Komerling Sumatera Selatan

SATRIA JAYA PRIATNA, M.EDI ARMANTO, EDWARD SALEH, DINAR PUTRANTO, FAUZANUL H. FIKRY

[C-22] Pengelolaan Das Mamasa Berbasis Penggunaan Lahan Dengan Metode Fuzzy Multi Atribute Decision Making

SITTI NUR FARIDAH, AHMAD MUNIR

[C-23] Input-Output Model Of Nitrogen At The Rembangan River Caused By Fertilization On Coffee Plantations

SRI WAHYUNINGSIH

[C-24] Uji Potensi Sumber Air Untuk Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Desa Panduman Kecamatan Jelbuk Kabupaten Jember

SUHARDJO WIDODO, SISWOYO SOEKARNO, GALIH SATRIYA

[C-25] Analisis Optimalisasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Pengaturan Tata Guna Lahan (Studi Kasus di Daerah Aliran Sungai Hulu Waduk Mrica, Banjarnegara, Jawa Tengah)

SUKIRNO, VENITTA AYU A.R.

[C-26] Kajian Karakteristik Sub-Das Negara Das Barito Provinsi Kalimantan Selatan

SYARIFUDDIN KADIR

[C-27] Kajian Karakteristik Fisik-Mekanik Tanah Miring Pada Berbagai Lintasan Pengolahan Tanah

YUSWAR YUNUS, ADE MOETANGAD KRAMADIBRATA

LINGKUNGAN

[D-1] Pengaruh Pemberian Mulsa Plastik dan Mulsa Jerami Terhadap Karakteristik Suhu Udara Tanah Pada Budidaya Tanaman Cabai

ANDRIYANI IDAH, SOESANTO BOEDI, PUDJOJONO MUHARDJO

[D-2] Parameter Kritis Dalam Rekayasa Pengendalian Iklim Mikro untuk Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Gangeticus*)

ARDIANSYAH, GONDO AJI MULYADI, WILUDJENG TRISASIWI

[D-3] Uji Kesesuaian Lahan Beberapa Komoditi Tanaman Pangan Untuk Mendukung Program Penetapan Kawasan Pangan Abadi di Kabupaten Manokwari – Provinsi Papua Barat

ARIF FAISOL

[D-4] Introduksi Pengendalian Hama Ulat Bulu Secara Mekanis Di Probolinggo

ARIF KURNIADI, GATOT PRAMUHADI

[D-5] Kajian Proses Pupuk Organik Dari Limbah Tongkol Jagung Di Kabupaten Pasaman Barat

AZRIFIRWAN, SANDRA, IRA HANZELA

[D-6] Model Generik Dinamika Sistem Praktek Agroforestri di Kawasan Rehabilitasi Taman Nasional Meru Betiri

DIDIK HERMANUADI

[D-7] Analisis Limbah Cair Proses Pengolahan Kopi Semi-Basah (*Semi Wet Procces*) Berbasis Produksi Bersih

ELIDA NOVITA

[D-8] Ancaman Desalinasi Perairan Pesisir Kalimantan Selatan Terhadap Degradasi Komunitas Mangrove Setempat

EKA IRIADENTA

[D-9] Kekuatan Geser Tanah Pada Berbagai Dosis Pupuk Organik Granul Dan Tekstur Tanah

GATOT PRAMUHADI, DYMAZ GONGGO YUDA ARDITHA, AKHMAD IRFAN

[D-10] Perbandingan Karakteristik Iklim Mikro Di Perkebunan Kopi Pada Tipe Iklim, Ketinggian Lokasi, dan Tanaman Naungan yang Berbeda

IDA H ANDRIYANI, BOEDI SOESANTO, BAMBANG MARHAENANTO

[D-11] Kinerja Pengkomposan Limbah Ternak Sapi Perah Dengan Variasi Bulking Agent Dan Tinggi Tumpukan Dengan Aerasi Pasif

JOKO NUGROHO W.K., NURUL RAHMI, PENI SETYOWATI

[D-12] Aplikasi Pengolahan Citra dan Jaringan Saraf Tiruan untuk Monitoring Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau

LILIK SUTJARSO, RUDIATI EVI MASITHOH, ATRIS SUYANTOHADI, ARJANGGI NASUTION, FRANSISKUS RANDI K.

[D-13] Penentuan Titik Kontrol Untuk Objek Teknik Pertanian di Kota Padang Dengan Survei GPS

MOHAMMAD AGITA TJANDRA, AMRUL

[D-14] Identifikasi Kinetika Pertumbuhan Alga Pada Model Monod Dan Extended Monod

MOCHAMAD BAGUS HERMANTO, A.J.B. BOXTEL, K.J. KOESMAN

[D-15] Potensi Tegakan Bakau (*Rhizophora Spp*) di Desa Rasau Kecamatan Kurau Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan

MUFIDAH ASYARI

[D-16] Model Matematika Pertumbuhan Jumlah Anakan Dan Tinggi Tanaman Padi Yang Ditanam Dengan Metode Sri

MURTININGRUM, WILLY ADI PURBA, SEWAN DELRIZAL LUBIS, WISNU WARDANA

[D-17] Segmentasi Ganda Pengolahan Citra untuk Menentukan Browning Pada Pisang Cavendish

NANDA MAYANG KUSUMA, RUDIATI EVI MASITHOH

[D-18] Identifikasi Aroma Tembakau Dengan Deret Sensor Gas Dan Jaringan Syaraf Tiruan

RADI, M. ROIS, MUHAMMAD RIVAI, MAURIDHI HERY PURNOMO

[D-19] Pengembangan Konservasi Lahan Terpadu untuk Mendukung Agroindustri Kentang di Kawasan Pegunungan Dieng Das Serayu Hulu

SAHID SUSANTO, LUKMAN HIDAYAT, CHANDRA SETYAWAN

[D-20] Analisis Kelayakan Pengembangan Sistem Subak yang Berorientasi Agroekowisata Menggunakan Logika Fuzzy

SUMIYATI, LILIK SUTJARSO, WAYAN WINDIA, PUTU SUDIRA

[D-21] Pola Distribusi Udara Dalam Screenhouse untuk Daerah Tropis

TITIN NURYAWATI, HARMANTO, HERRY SUHARDIYANTO

[D-22] Evaluasi Pertumbuhan Vegetatif 25 Genotipe Pepaya (*Carica Papaya* L.) Koleksi Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika

TRI BUDIYANTI, SUNYOTO DAN NOFLINDAWATI

ENERGI TERBARUKAN

[E-1] Kinerja Gasifikasi Limbah Padat Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Menggunakan Gasifier Unggun Tetap Tipe Downdraft

BAMBANG PURWANTANA, MAHMUDDIN AN NURISI, SRI MARKUMNINGSIH

[E-2] Kajian Dimensi Tenggorokan Ruang Reduksi Gasifier Tipe Downdraft Untuk Gasifikasi Limbah Tongkol Jagung

BAMBANG PURWANTANA, SUNARTO CIPTOHADJOYO, HASAN AL-BANNA, YOGI RACHMAT

[E-3] Studi Pengolahan Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) dengan Gelombang Ultrasonik

BAMBANG SUSILO, LA CHOVIYA HAWA, NI'MATUL IZZA

[E-4] Jumlah Sudu Kincir Angin Terhadap Daya Angkat Beban Mekanik

M. ZEIN, KADIR, TAMRIN

[E-5] Studi Gerak Dan Waktu Pada Proses Penggilingan Padi Skala Besar dan Kecil

MUAMMAR TAWARUDDIN AKBAR, SAM HERODIAN

[E-6] Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah untuk Rumah Tangga

SUBANDI, GATOT S.A. FATAH, ABI D. HASTONO

[E-7] Analisis Aliran Energi Pada Proses Produksi Kopi di Sidomulyo Jember

SUTARSI, IWAN TARUNA

[E-8] Analisis Kebutuhan Energi Dalam Pengelolaan Tanaman Jagung

TRI HASTUTIK, HAMID AHMAD, SUTARSI

[E-9] Uji Karakteristik Minyak Nyamplung Sebagai Bahan Bakar Nabati Secara Langsung

Y.A. PURWANTO, DESRIAL, S. KRAFTIADI, N.L. BARLIAN, M.H. PARDEDE, K. SUNANDAR

[E-10] Aplikasi Bioreaktor Hibrid Dalam Pengolahan Limbah Tapioka (Studi Performa dan Stabilitas Pada Proses Start-Up)

YUSRON SUGIARTO

[E-11] **Potensi Bioetanol dari Nipah (*Nypa Fruticans*) di Kabupaten Cilacap**
WILUJENG TRISASIWI

[E-12] **Rekayasa Proses Produksi Bioetanol dari Tongkol Jagung melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan**
EKA RURIANI, TITI CANDRA SUNARTI, ANJA MERYANDINI

EKONOMI, SOSIAL DAN MANAJEMEN

[F-1] **Kajian Kelayakan Dan Sensitivitas Usaha Tani Kopi Guna Mendukung Model Pembiayaan Petani Kopi Rakyat**
ATI KUSMIATI

[F-2] **Analisis Kualitas Beras dan Faktor yang Mempengaruhinya Di Provinsi Sumatera Selatan**
BUDI RAHARJO, YANTER HUTAPEA DAN WALUYO

[F-3] **Nilai Ekonomi Pola Agroforestry Jenis Jelutung Rawa Di Kelurahan Kelampangan Kecamatan Sebangau Palangkaraya Kalimantan Tengah**
DANIEL ITTA

[F-4] **Analisis Keberlanjutan Agroindustri Kopi Rakyat : Studi Kasus di Unit Pengolahan Kopi Rakyat, Sidomulyo, Jember.**
ELIDA NOVITA

[F-5] **Pemanfaatan Teknologi Social Media Sebagai E-Agribusiness Dalam Memperluas Jaringan Pemasaran**
FANNY WIDADIE

[F-6] **Comparative And Competitive Advantage Analysis Of Coffee Commodity And The Contribution To Economic Region In Jember Regency**
IMAM SYAFI'I, JONI MURTI M.

[F-7] **Model Pengembangan Prasarana Usahatani Tingkat Tersier di Lahan Sawah Beririgasi**
NOVA ANIKA, YANUAR J. PURWANTO, ERIZAL

[F-8] **Studi Peta Proses Tipe Aliran Bahan Pada Pengolahan Karet Studi Kasus di PTPN XII Kebun Banjarsari Jember Jawa Timur**
RESKA ULYVIADEWI

[F-9] **Perencanaan Optimasi Keuntungan Pada Pengeringan Kakao (*Theobroma Cocoa* L.) PT Inang Sari**
SANTOSA, MISLAINI R., FADLAN ARI SANDY

[F-10] **Analisis Kelayakan Pengembangan Sistem Subak yang Berorientasi Agroekowisata Menggunakan Logika Fuzzy**
SUMIYATI, LILIK SUTIASO, WAYAN WINDIA, PUTU SUDIRA

[F-11] **Penaksiran Produktivitas Sebagai Dasar Perencanaan Industri Pertanian**
WISNU WARDANA, SIGIT SUPADMO ARIEF, DJA'FAR SHIDIEQ, ABI PRABAWA

[F-12] **Analisis Tekno Ekonomi Untuk Energi Terbarukan di Desa Mandiri Energi Berbasis Mikrohidro Di Sekitar Taman Nasional**
Y. ARIS PURWANTO, A. HABLINUR, N.R. ROCHIMAWATI, A.S. UYUN

[F-13] **Analisis Swot Pengembangan Ubi Jalar Mendukung Diversifikasi Pangan di Papua**

YULIANINGSIH, RIDWAN THAHIR, A. SUPRIATNA, E.Y. PURWANI, H.SETYANTO

[F-14] Dekafeinasi Kopi: Tantangan dan Peluang Dalam Upaya Peningkatkan Mutu Dan Nilai Tambah

ATJENG M. SYARIEF, SUKRISNO WIDYOTOMO, HADI K. PURWADARIA, SRI MULATO

Uji Karakteristik Minyak Nyamplung Sebagai Bahan Bakar Nabati Secara Langsung

Y. A. Purwanto, Desrial, S. Kraftiadi, N.L. Barlian, M.H. Pardede dan K. Sunandar

Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian IPB
Kampus IPB Darmaga P.O. Box 220, Bogor 16002
Email: arispurwanto@ipb.ac.id

Abstrak

Minyak nyamplung dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar nabati secara langsung. Pemanfaatan minyak nyamplung secara langsung mempunyai prospek secara operasional terutama di daerah terpencil mengingat teknologi pembuatan biodiesel jika diterapkan pada daerah terpencil maka faktor bahan baku pendukung seperti katalis dan metanol akan sulit diperoleh, sehingga harganya menjadi mahal. Minyak nyamplung mempunyai sifat yang berbeda dari bahan bakar fosil, sehingga dalam pemanfaatannya secara langsung perlu diuji karakteristiknya. Data karakteristik minyak nyamplung digunakan sebagai data untuk keperluan modifikasi dari peralatan yang akan digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji karakteristik minyak nyamplung yang ditujukan untuk penggunaan secara langsung sebagai bahan bakar nabati. Parameter yang diuji adalah rendemen ekstraksi, rendemen *degumming*, pengaruh suhu terhadap viskositas, desitas dan daya semprot, daya kapilaritas serta kemampuan penyalan.

Kata kunci: minyak nyamplung, *degumming*, viskositas, densitas, uji semprot, kapilaritas

PENDAHULUAN

Bahan bakar nabati merupakan bahan bakar yang berasal dari tanaman. Banyak tanaman yang dinilai memiliki potensi sebagai penghasil bahan bakar nabati setelah melalui serangkaian proses, salah satunya adalah biji dari tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.). Kelebihan nyamplung sebagai bahan baku bahan bakar nabati adalah bijinya mempunyai rendemen yang tinggi, yaitu mencapai 50-73 persen (Dweek dan Meadows, 2002; Kilham, 2003) dibandingkan dengan sawit 46-54 persen dan jarak pagar 40-60 persen (Gubiz *et al.*, 1999).

Keunggulan dari biji nyamplung ini adalah tidak berkompetisi dengan pangan. Ditinjau dari prospek pengembangannya, tanaman nyamplung tumbuh dan tersebar merata secara alami di Indonesia, regenerasi mudah dan berbuah sepanjang tahun serta menunjukkan daya survival yang tinggi terhadap lingkungan. Tanaman nyamplung relatif mudah dibudidayakan baik sebagai tanaman sejenis (*monoculture*) atau hutan campuran (*mixed-forest*) dan cocok di daerah beriklim kering, produktivitas biji lebih tinggi dibandingkan jenis lain yaitu jarak pagar 4 ton/ha dan nyamplung 20 ton/ha.

Pada saat ini penelitian tentang pemakaian bahan bakar nabati untuk dapat digunakan secara langsung sudah mulai dikembangkan. Namun demikian, karena kekentalan dan titik bakarnya yang tinggi maka penerapan bahan bakar nabati ini memerlukan modifikasi tertentu pada peralatan yang menggunakannya misalnya untuk kompor (Soerawidjaja, 2006). Perbedaan yang perlu dilihat dan dikaji dari minyak nabati yang dipergunakan sebagai bahan bakar adalah pada parameternya berupa, kekentalan, daya kapilarisasi, daya semprot maupun penyalan.

Minyak nabati memiliki sifat fisika dan kimia yang berbeda dengan minyak fosil. Pada penerapannya misalnya untuk kompor sumbu, sifat minyak nabati yang kental akan mengakibatkan mengerasnya sumbu kompor yang akan menghambat kapilaritas minyak selanjutnya, sedangkan pada kompor bertekanan, minyak nabati menyisakan kerak setelah pembakaran dan menyumbat lubang nosel, selain itu pada waktu penyalan awal minyak sulit terbakar karena viskositas yang tinggi sehingga sulit untuk terjadi pengabutan. Sementara

penarapan sebagai bahan bakar motor diesel, kekentalan minyak nabati dapat menghambat kerja nozel pada injektor mesin. Sehingga untuk dapat mengaplikasikan minyak nyamplung secara langsung sebagai pengganti minyak fosil, perlu dilakukan analisis karakteristiknya.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji karakteristik minyak nyamplung yang ditujukan untuk penggunaan secara langsung sebagai bahan bakar nabati. Parameter yang diuji adalah rendemen ekstraksi, pengaruh suhu terhadap viskositas, densitas dan daya semprot, uji kapilaritas serta uji penyalan.

A. METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah *hydraulic press*, *hand mill*, pencatat waktu digital, timbangan digital, termokopel, pencatat suhu, *piknometer*, *viscosity meter*, alat ukur kapilaritas, pipa bakar kompor tekan yang dilengkapi dengan *pressure gauge*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji nyamplung yang sudah kering dengan kadar air sekitar 10 persen

Prosedur Penelitian

Uji Rendemen

Minyak nyamplung dibuat dari hasil pengepresan biji nyamplung kering. Pengepresan dilakukan dengan menggunakan *hot press* untuk mendapatkan rendemen yang maksimal. Sebelum dilakukan pengepresan, biji nyamplung kering digiling terlebih dahulu. Rendemen dihitung berdasarkan berat kering dan minyak setelah dilakukan proses *degumming*.

Uji karakteristik minyak nyamplung

Karakteristik minyak nyamplung diukur berdasarkan densitas, viskositas dan daya kapilarisasi pada suhu 30, 50 dan 70°C. Pengukuran kapilarisasi dilakukan dengan menggunakan sumbu kompor sepanjang 20 cm yang dimasukkan ke dalam kolom kaca yang dijepit pada tiang statis agar tetap tegak dan kuat. Ujung sumbu sepanjang 5 cm tercelup dalam 50 mL yang ditempatkan dalam gelas kimia berukuran 100 mL.

Uji semprot

Pengujian semprot dilakukan untuk mengetahui profil penyemprotan minyak nyamplung setelah pemanasan. Uji penyemprotan dilakukan dengan kompor tekan yang telah dilengkapi pemanas pada bagian dalam tangkinya. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan minyak nyamplung sebanyak 1 liter, sedangkan tabung bahan bakar diberi tekanan 2 bar. Suhu minyak diatur melalui pemanas yang diletakkan di dalam tabung minyak. Parameter uji penyemprotan yang diamati meliputi pola penyemprotan, yaitu diameter penyemprotan, dan sudut penyemprotan secara horizontal dan vertikal. Pada pengukuran diameter penyemprotan, digunakan kertas milimeter blok dengan jarak 30 cm dari ujung lubang nosel pipa (Gambar 1). Hasil penyemprotan tersebut langsung difoto dengan menggunakan kamera digital. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya penyebaran bentuk penyemprotan bahan bakar akibat terserap oleh kertas milimeter blok, sehingga dapat mempengaruhi besarnya diameter hasil penyemprotan yang diukur. Data diameter hasil penyemprotan dihitung dengan persamaan 1 (Suastawa, 2006).

$$S_s = 2 \tan^{-1} \left(\frac{0.5 D_s}{T_n} \right) \dots\dots\dots(1)$$

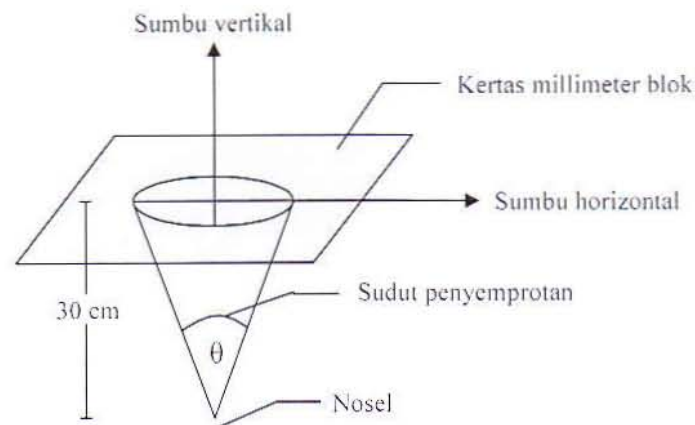
dimana:

S_s : sudut penyemprotan (°)

D_s : diameter penyemprotan (mm)

T_n : tinggi nosel (mm)

Bentuk pola, diameter, dan sudut penyemprotan ini kemudian dibandingkan dengan bahan bakar minyak tanah untuk menentukan pengaruh pemanasan pada minyak nyamplung terhadap hasil penyemprotannya.



Gambar 1. Uji karakteristik penyemprotan bahan bakar

Uji penyalan

Pengukuran dilakukan dengan memasang sumbu pada kolom gelas atau selongsong aluminium sepanjang 10-15 cm. Selongsong selanjutnya dimasukkan ke dalam gelas ukur yang telah diisi dengan minyak nyamplung pada posisi sumbu terendam sekitar 5 cm dan selongsong dipasang pada statis. Setelah sekitar 5 menit, sumbu dinyalakan, diamati tinggi nyala serta penghitungan lama nyala dimulai. Panjang sumbu yang terbakar diukur dan konsumsi minyak diketahui dengan penimbangan minyak awal dan akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen minyak nyamplung

Minyak nyamplung hasil ekstraksi mempunyai kualitas yang sangat rendah, sangat kental dan berwarna hijau kehitaman. Rendemen minyak nyamplung diperoleh dari hasil pengepresan biji nyamplung setelah dilakukan proses *degumming* dibandingkan dengan berat kering dari biji. Proses ekstraksi dilakukan dengan pemanasan 70°C. Minyak hasil ekstraksi masih mengandung getah (gum), sehingga perlu dilakukan proses *degumming* agar lebih bersih dan tidak mengganggu proses pembakaran pada saat digunakan. *Degumming* atau pemisahan gum merupakan suatu proses pemisahan getah atau lendir-lendir (gum). Proses ini dilakukan dengan cara dehidrasi gum atau kotoran lain agar bahan tersebut lebih mudah dipisahkan dari minyak. Penyaringan minyak dapat pula dijadikan sebagai proses alternatif untuk menghilangkan kotoran-kotoran dan gum dari minyak. Pada penelitian ini proses *degumming* dilakukan dengan menggunakan air panas. Rendemen minyak nyamplung disajikan pada Tabel 1. Rendemen minyak nyamplung setelah proses *degumming* berkisar antara 37,24 sampai 47,60 persen.

Tabel 1. Rendemen minyak nyamplung

Ulangan	Berat sampel	Ampas	Volume minyak	Berat minyak	Rendemen ekstraksi	Degumming	Rendemen minyak
n	(kg)	(kg)	(liter)	(kg)	(%)	(%)	(%)
1	1,90	1,04	0,95	0,87	45,00	0,97	43,65
2	2,10	1,08	1,11	1,02	48,57	0,98	47,60
3	2,10	1,25	0,95	0,85	40,48	0,92	37,24

Karakteristik minyak nyamplung

Densitas

Untuk dapat dijadikan bahan bakar sebagai pengganti minyak tanah atau solar, minyak nyamplung harus memiliki karakteristik yang hampir sama dengan minyak tanah atau solar terutama angka kekentalannya (densitas). Pada penelitian ini densitas dari minyak nyamplung diturunkan melalui proses pemanasan. Sehingga dalam penerapannya, modifikasi dari peralatan diperlukan agar minyak nyamplung sebelum terbakar mengalami penurunan densitas mendekati minyak tanah atau solar. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa densitas dari minyak nyamplung menurun setelah melalui proses pemanasan seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan densitas (g/mL) terhadap suhu

Sampel	Suhu (°C)		
	30	50	70
1	0,906	0,909	0,902
2	0,905	0,903	0,983
3	0,926	0,898	0,897

Viskositas

Kekentalan suatu fluida adalah sifat fisik suatu fluida yang merupakan ukuran resistensinya terhadap laju deformasi apabila fluida dikenai gaya-gaya geser. Kekentalan dipengaruhi oleh suhu, komposisi dan tekanan fluida (Welty *et al.*, 1963). Hasil pengukuran densitas terhadap waktu menunjukkan bahwa viskositas mengalami penurunan terhadap kenaikan suhu (Tabel 3). Hasil yang sama untuk minyak nabati lainnya diperoleh oleh Sunandar, 2009. Desrial dkk, 2010 memperoleh kecenderungan yang sama penurunan densitas minyak nyamplung terhadap suhu dan pada suhu 70 °C diperoleh nilai yang sama yaitu sekitar 0,18 Poise.

Tabel 3. Perubahan viskositas (Poise) terhadap suhu

Sampel	Suhu (°C)		
	30	50	70
1	0,48	0,27	0,20
2	0,55	0,29	0,18
3	0,79	0,31	0,20

Kapilaritas

Kapilarisasi merupakan gejala naiknya suatu fluida yang disebabkan oleh gaya kohesi atau gaya tarik menarik antar partikel yang sejenis misalnya partikel minyak dengan partikel minyak, dan gaya adhesi atau gaya tarik menarik antara partikel yang berbeda jenis misalnya partikel minyak dengan partikel lain (Fayala *et al.*, 2004). Keadaan ini dapat menyebabkan cairan dapat naik ke atas oleh tegangan permukaan yang arahnya ke atas sampai batas keseimbangan gaya ke atas dengan gaya berat cairan tersebut (Tuller, 2005).

Sifat kapilaritas minyak pada sumbu merupakan bagian yang terpenting dalam tangki minyak sampai sistem kompor sumbu. Naiknya minyak ke bagian atas melalui sumbu untuk selanjutnya terbakar sangat dipengaruhi oleh sifat fisik minyak, salah satu diantaranya adalah kekentalan yang menyebabkan naik atau turunnya daya penetrasi minyak terhadap sumbu, angka kekentalan yang tinggi menyebabkan daya penetrasi minyak turun. Sifat kapilaritas minyak nyamplung dipengaruhi oleh angka kekentalan. Semakin besar kekentalan, minyak akan semakin

lambat bergerak sepanjang sumbu (Sunandar, 2009). Tabel 4 menunjukkan waktu yang diperlukan minyak sepanjang sumbu pada setiap kenaikan 1 cm.

Tabel 4. Nilai Kapilaritas terhadap waktu

Sampel	Suhu (°C)	Panjang sumbu				
		1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
1	30	2,52	6,19	16,55	30,82	48,58
	50	1,55	5,32	11,78	20,49	39,45
	70	0,67	2,48	6,76	12,74	21,73
2	30	2,13	6,27	15,05	28,89	50,48
	50	1,17	4,09	10,26	21,39	36,64
	70	0,56	2,15	5,87	11,81	21,03
3	30	2,21	7,07	12,55	31,17	52,74
	50	0,97	3,56	9,17	18,95	36,42
	70	0,46	2,13	5,59	13,75	22,63

Uji penyemprotan

Pengaruh suhu terhadap daya semprot minyak nyamplung disajikan pada Tabel 5. Untuk minyak tanah pada suhu 30 °C diperoleh jarak horizontal dan vertikal 64,33 dan 57,67 mm. Sedangkan sudut penyemprotan secara vertikal dan horizontal adalah 18,58 dan 20,75°. Hasil yang mendekati diperoleh pada suhu pengukuran 150°C. Dengan demikian untuk efektifitas penyemprotan, diperlukan suhu lingkungan minyak nyamplung agar sesuai dengan minyak tanah adalah berkisar pada suhu 150 °C. Kecenderungan pola penyemprotan minyak nyamplung yang sama diperoleh oleh Desrial dkk, 2010 pada suhu pemanasan 110 °C.

Tabel 5. Pengaruh suhu terhadap daya semprot minyak nyamplung

Suhu (°C)	Vertikal		Horizontal	
	Jarak (mm)	Sudut (°)	Jarak (mm)	Sudut (°)
30	19,33	62,05	18	66,65
50	25	47,97	22,67	52,92
70	35,67	33,61	30,33	39,53
90	37,67	31,82	31,67	37,86
110	55,67	21,49	50	23,94
130	70,67	16,9	60,33	19,82
150	84,67	14,08	57,67	20,75

Pengujian penyalaaan

Kelemahan utama dari minyak bahan bakar nabati sebagai pengganti bahan bakar minyak tanah adalah sifat fisik yang masih rendah dan lebih sulit untuk dinyalakan (dibakar) dibandingkan dengan bahan bakar minyak tanah. Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian penyalaaan. Dari ketiga ulangan, warna nyala api adalah kuning, tidak ada jelaga. Dengan konsumsi minyak 20 g, ketinggian api antara 3-6,5 cm dengan lama nyala antara 95-135 menit. Sunandar, 2009 melakukan penelitian uji penyalaaan untuk minyak nabati (minyak bintaro, minyak jelantah, minyak kacang tanah dan minyak jarak pagar), api hanya mampu bertahan selama 5-8 menit, minyak kelapa 8 menit sedangkan minyak tanah 62 menit sampai minyak habis dan api

mati sendiri. Kekentalan merupakan penyebab sulitnya minyak nabati untuk merambat sumbu ke atas. Sedangkan ketinggian nyala api untuk minyak nabati berkisar antara 6-7 cm.

Tabel 6. Uji nyala api

Ulangan	Warna Api	Jelaga	Lama Nyala (menit)	Tinggi api (cm)	Konsumsi minyak (gram)
1	kuning	Tidak ada	95	6,5	20
2	kuning	Tidak ada	95	6,5	20
3	kuning	Tidak ada	135	3	20

KESIMPULAN

Rendemen minyak nyamplung diperoleh dari hasil pengepresan biji nyamplung setelah dilakukan proses *degumming* berkisar antara 37,24 sampai 47,60 persen. Secara umum nilai densitas, viskositas dan kapilaritas minyak nyamplung menurun dengan bertambahnya suhu. Pada uji penyemprotan nilai jarak semprot dan sudut semprot mendekati nilai pada minyak tanah pada pengujian minyak nyamplung untuk suhu 150 °C. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi suhu minyak nyamplung untuk pemakaian secara langsung agar mendekati minyak fosil berada pada suhu sekitar 150 °C. Pengujian penyalan menunjukkan bahwa api berwarna kuning, tidak berjelaga, ketinggian nyala api antara 3-6,5 cm dengan lama nyala antara 95-135 menit untuk konsumsi bahan bakar 20 g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya penelitian ini. Makalah ini merupakan bagian dari hasil penelitian yang didanai oleh Program Riset Insentif Terapan Kementrian Negara Riset dan teknologi 2010-2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Desrial, Y.A. Purwanto, I.A. Kartika, J. Pitono dan N. Wahyudi. 2010. Rekayasa sistem penyaluran bahanbakar motor diesel untuk pemakaian minyak nyamplung murni sebagai bahan bakar alternatif. Prosiding Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian 15-16 Desember 2010, Serpong.
- Dweek, A.C dan T. Meadows. 2002. Tamanu (*Calophyllum inophyllum* L.) the Africa, Asia Plynea and Pasific Panacea. *International J Cos Sci* 24: 1-8.
- Fayala F, M. Hamdaoui, A. Ghith and B.S. Nasrallah. 2004. Capillary flow in fabrics. *Textile Research Journal*. 70:4
- Gubiz, G.M. M. Mittelbach and M. Trabi. 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresources Technology* 67: 73-82.
- Kilham, C. 2004. Oil of Tamanu (*Calophyllum inophyllum* L.). <http://www.newchapter.info>. Diakses 12 Pebruari 2010.
- Soerawidjaja, T.H. 2002. Perbandingan bahan bakar cair alternatif pengganti solar. Forum Biodiesel Indonesia ke-7. Balai Penelitian Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Suastawa, I. N., W. Hermawan, Desrial, R. G. Sitompul dan Gatot P. 2006. Pedoman Praktikum Alat Dan Mesin Budidaya Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB: Bogor.
- Sunandar, K. 2009. Modifikasi disain kompor sumbu untuk bahan bakar minyak nabati. Disertasi S3 Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor
- Tuller, M and D. Or. 2005. Capillarity. *Water Resources Research* 35(7): 155-164.
- Welty, J.R., R.E. Wilson., and C.E. Wick. 1976. Fundamentals of momentum heat and mass transfer. New York. Jhon Wiley and Son. Co.