

belakang

depan



Anggota IKAPI No. 127/JTI/2011

Jember University Press  
 Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
 Telp. 0331-330224, psw. 319, 320  
 E-mail: unej\_press@ymail.com



SEMINAR NASIONAL PERTETA 2011

ISBN: 978-602-9030-01-3

**PROSIDING**

# 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**



## DAFTAR ISI

Deskripsi	Halaman
Daftar Kepanitian .....	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.....	163
C. Bidang Kajian: Sumber Daya Lahan dan Air .....	518
D. Bidang Kajian: Lingkungan.....	726
E. Bidang Kajian: Energi Terbarukan .....	849
F. Bidang Kajian: Ekonomi, Sosial dan Management .....	959

## 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 Desain Dan Uji Lapangan Roda Sirip Lengkung Traktor Tangan**

ANSAR

**[A-3] Analisis Beban Kerja Pada Proses Penggilingan Padi, Studi Komparasi Antara Penggilingan Padi Skala Besar Dan Kecil**

ATIQTUN FITRIYAH, SAM HERODIAN

**[A-4] Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Dinamometer Tipe Rem Cakram**

DESRIAL, AHMAD S. HASIBUAN

**[A-5] Optimasi Suhu Dan Kehalusan Pasta Kakao Pada Alsin Kempa Hidrolik Terhadap Mutu Bubuk Kakao (*Theobroma Cacao L.*)**

EDY SUHARYANTO, SRI MULATO,

**[A-6] Analisis Hambatan Penggunaan Alat Mesin Perontok Padi**

FIKRI AL-HAQ FACHRYANA, I WAYAN ASTIKA

**[A-7] Peluang Modifikasi Alat Pengupas Kulit Ari Kedelai *Orbapas***

GATOT SUHARTO ABDUL FATAH, M. LUTFI

**[A-8] Design Machine Skinner Testa Peanut (*Arachis Hypogaea L.*)**

HAMID AHMAD, MUHAMMAD FAZLUL RAHMAN

**[A-9] Studi Ergonomi Pada Power Tiller (Aspek Anthropometry Dan Kebisingan Pada Operator)**

I.B. SURYANINGRAT, SAHAT FRANS

**[A-10] Efektivitas Posisi Sudu Dalam Pemanfaatan Angin Untuk Aerator Tambak Menggunakan Kincir *Savonius Tipe-L***

MUSTHOFA LUTFI

**[A-11] Penerapan Mekanisasi Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengolahan Lada Putih Dan Menekan Kontaminasi**

RISFAHERI

**[A-12] Penggunaan Mesin Perontok Untuk Menekan Susut Dan Mempertahankan Kualitas Gabah**

ROKHANI HASBULLAH DAN RISKA INDARYANI

**[A-13] Konfigurasi Mesin Penggilingan Padi Untuk Menekan Susut Dan Meningkatkan Rendemen Giling**

ROKHANI HASBULLAH DAN ANGGITHA RATRI DEWI

**[A-14] Evaluasi Kinerja Mesin Pengecil Ukuran Biji Kopi Pascasangrai Tipe *Burrmill***

SISWOYO SOEKARNO, SISWIJANTO, S. WIDYOTOMO

**[A-15] Kinerja Mesin Penghancur Sisa Tanaman**

TRI TUNGAL, HASBI, KOMARUDIN HUTAPEA

**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] Uji Sifat Fisika Dan Susu Kambing Yang Dipapar Dengan Ultraviolet Sistem Sirkulasi**

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

**[B-3] Pemanfaatan Panas Kondensor AC Untuk Pengeringan Bahan Pangan: Studi Pengeringan *Chips* Kentang**

DEDY EKO RAHMANTO, I DEWA MADE SUBRATA, SUTRISNO

**[B-4] Konstanta Laju Pengeringan Pada Proses Pemasakan Singkong Menggunakan Tekanan Kejut**

DEWI MAYA MAHARANI, BUDI RAHARDJO, SRI RAHAYOE

**[B-5] Rancang Bangun Dan Uji Coba Prototipe Alat Pasteurisasi Berbasis Teknologi Efek Medan Magnet**

ELOK KURNIA NOVITA SARI

**[B-6] Kajian Ventilasi Dan Perubahan Suhu Dalam Kemasan Karton Dengan Komoditas Tomat**

EMMY DARMAWATI, GITA ADHYA WIBAWA SAKTI

**[B-7] Perubahan Sifat Fisik Dan Aktivasi Antioksidan Tepung Rempah Selama Pengeringan**

GATOT PRIYANTO, YUDHIA, BASUNI HAMZAH

**[B-8] Inseri *Hurdle Technology* Dengan Penambahan Ekstrak Kunyit Dan Penyimpanan Suhu Dingin Pada Industri Rumah Tangga Mie Basah**

GIYARTO, YULI WITONO, TAMTARINI, NANY MARIAH QIBTHIYAH

**[B-9] Perpindahan Massa Pada Pengeringan Gabah Dengan Metode Penjemuran**

HANIM Z. AMANAH, SRI RAHAYOE, SUKMA PRIBADI

**[B-10] Pemodelan Transport Larutan Dari Penampung Silinder Porous Dalam Tanah Dengan Metode Beda Hingga**

HERMANTORO

**[B-11] 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-12] Uji Kualitas Fisik Makanan Padat (*Food Bars*) Dari Berbagai Komposisi Tepung Berbasis Komoditas Lokal**

LA CHOVIYA HAWA, NUR KOMAR, GUSIK LUMIAR

**[B-13] Distribusi Panas Dalam Pengalengan Gudeg**

MUHAFILLAH, ASEP NURHIKMAT, BANDUL SURATMO

**[B-14] Penentuan Kadar Air Kritis Pada Pengeringan Ubi Jalar**

NI LUH SRI SURYANINGSIH, BUDI RAHARDJO, BANDUL SURATMO

**[B-15] Formulasi *Flakes* Komposit Dari Tepung Jagung Putih - Tempe**

NUR AINI, S. JONI MUNARSO, V. PRIHANANTO

**[B-16] Analisis Perpindahan Panas Dan Massa Proses Pengeringan Jagung Tongkol Dengan Beberapa Metode Pengeringan Sederhana**

NURSIGIT BINTORO, HANIM ZUHROTUL A., APRIADI

**[B-17] Pengaruh Pelilinan Dan Pembungkusan Plastik Terhadap Mutu Buah manggis Selama Penyimpanan**

YULIANA R. G., DEDY N., ANA NURHASANAH, MULYANI

**[B-18] 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-19] Histeresis pada Proses Adsorpsi dan Desorpsi Lengas Kakao Bubuk**

SISWIJANTO, SURYANTO, LILIK ERMA SARASWATI

**[B-20] Karakterisasi Selulosa Kulit Rotan Sebagai Material Pengganti Fiber Glass Pada Komposit**

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

**[B-21] Simulasi Perancangan Flash Dryer Untuk Pengeringan Tepung Tapioka Pada Tingkat UMKM**

SRI RAHAYOE, SPERISA DISTANTINA, INDRA PERDANA

**[B-22] Pengukuran Tingkat Fermentasi Beberapa Klon Kakao Lindak Dengan Teknologi Digital Sensor Warna**

SRI MULATO, EDY SUHARYANTO, NURHAYATI

**[B-23] Ekstarksi Senyawa Antioksidan Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea Cenephora*)**

SUKATININGSIH, RIDHA A., WIWIK S. WINDARTI

**[B-24] Penentuan Konstanta Pengeringan Wortel (*Daucus Carota L.*) Dengan Pengering Mekanis**

SURYANTO, BAGUS S.

**[B-25] Penentuan Kadar Air Kesetimbangan Bubuk Kopi Robusta**

SUTARSI, RAHMA DANJAR

**[B-26] Rancangan Kemasan Berbahan Karton Gelombang Untuk Individual Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*)**

SUTRISNO, EMMY DARMAWATI, DANNY SUKMANA

**[B-27] Proses Pemisahan Minyak Bunga Mawar-Etanol Hasil Ekstraksi *Enfleurasi* Menggunakan Evaporator Vakum**

TRI HANDAYANI, BAMBANG SUSILO, NUR KOMAR

**[B-28] Inseri *Hurdle Technology* Pada Industri Rumah Tangga Pengolahan Bakso Dengan Kombinasi Penambahan Ekstrak Kunyit Dan Jahe Serta Minimal Blanching**

TAMTARINI, YULI WITONO, DJUMARTI, SINTA IRAWATI

**[B-29] Deteksi Gejala *Chilling Injury* Buah Mangga (*Mangifera Indica L.*) Cv. Gedong Gincu Berdasarkan Perubahan *Ion Leakage***

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

**[B-30] Uji Hidrolisis Dan Modifikasi Proses Hidrolisis Protease Biduri Pada Substrat Koro Kratok**

YULI WITONO, WIWIK SITI WINDRATI, HERTA PUSPITASARI

**[B-31] 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-32] Karakteristik Bihun Fungsional Dari Tepung Umbi-Umbian Dengan Substitusi Tepung tempe**

YHULIA PRAPTININGSIH S., TAMTARINI

**[B-33] Karakteristik Fisiko Kimia Dan Panas Delapan Varietas Biji Jagung**

RATNANINGSIH, MAULIDA HAYUNINGTYAS, DAN NUR RICHANA

**[B-34] Dekafeinasi Kopi : Tantangan Dan Peluang Dalam Upaya Peningkatkan Mutu Dan Nilai Tambah**

ATJENG M. SYARIEF, SUKRISNO WIDYOTOMO DAN HADI K. PURWADARIA

**[B-35] Difusivitas Kafein Pada Biji Kopi Selama Proses Dekafeinasi (*Caffeine diffusivity of coffee bean during decaffeination process*)**

SUKRISNO WIDYOTOMO ATJENG M. SYARIEF DAN HADI K. PURWADARIA

**[B-36] Karakterisasi Fermentasi Pulpa Kakao Dengan Metode *Batch***

SUKRISNO WIDYOTOMO ATJENG M. SYARIEF DAN HADI K. PURWADARIA

**SUMBER DAYA LAHAN DAN AIR****[C-1] Kajian Karakteristik Fisika-Mekanika Tanah Miring Pada Berbagai Lintasan Pengolahan Tanah**

ADE MOETANGAD KRAMADIBRATA, YUSWAR YUNUS.

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

ASEP SAPEI, MAHMUD A. RAYMADOYA, HAFID ARIFianto

**[C-4] Aplikasi Esda Untuk Analisa Variabilitas Spasial Bulan Basah Dan Bulan Kering Di Jawa Timur**

BOEDI SOESANTO, ARDIAN NUR FAKHRUDIN, INDARTO,

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

BADARUDDIN

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

BAMBANG RAHADI, TUNGGUL SUTAN HAJI, NOVIA LUSIANA

**[C-7] Validasi Model Logistik pada Penanaman Padi Budidaya SRI (*System Of Rice Intensification*) Method (Studi kasus Kabupaten 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] Rancang Bangun Alat Penyiram Otomatis Berdasarkan Nilai pF Tanah Dengan Mikrokontroler AT89S51**

EVI KURNIATI, MARRIO DWI OKTIVIANO, FANDI SANDANA PUTRA

**[C-11] Variabilitas Spasial Hujan Bulanan Di Jawa Timur**

INDARTO, FATMA AMALIA MUFIDA, , BOEDI SOESANTO

**[C-12] Pengembangan Model Pengendalian Aset Nirwujud Dalam Manajemen Sistem Irigasi Tingkat Tersier**

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

**[C-13] Eksplorasi Potensi Air Tanah Di Cekungan Cidanau, Serang, Banten**

ROH SANTOSO BUDI WASPODO

**[C-14] Optimasi Pemanfaatan Air Baku Dengan Menggunakan Linear Programming (Lp) di Daerah Aliran Sungai Cidanau, Banten**

ROH SANTOSO BUDI WASPODO

**[C-15] Sistem Pengambilan Keputusan Untuk Pengembangn Usahatani Terpadu di Lahan Pasang Surut**

RUSTAN MASSINAI , PUTU SUDIRA , DAN LILIK SUTIARSO

**[C-16] Analisis Neraca Air Secara Klimatik Di Perkebunan Tebu Lahan Kering**

SAHID SUSANTO

**[C-17] Kajian Debit Dan Sedimentasi Di Kawasan Hulu Sub Daerah Aliran Sungai (Das) Komering Sumatera Selatan**

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

**[C-18] Pengelolaan DAS Berbasis Penggunaan Lahan Dengan Metode *Fuzzy Multi Attribute Decision Making* (Studi Kasus DAS Mamasa Sulawesi)**

SITTI NUR FARIDAH, AHMAD MUNIR

**[C-19] *Input-Output Model Of Nitrogen At The Rembangan River Caused By Fertilization On Coffee Plantations***

SRI WAHYUNINGSIH, NIEKE KARNANINGROEM, NADJADJI ANWAR, EDIJATNO

**[C-20] 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-21] Kajian Karakteristik Sub-DAS Negara Das Barito Provinsi Kalimantan Selatan**

SYARIFUDDIN KADIR



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

BOEDI SOESANTO, IDAH ANDRIYANI, MUHARDJO PUDJOJONO

**[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] Ancaman Desalinasi Perairan Pesisir Kalimantan Selatan Terhadap Degradasi Komunitas Mangrove Setempat**

EKA IRIADENTA

**[D-5] Kekuatan Geser Tanah Pada Berbagai Dosis Pupuk Organik Granul Dan Tekstur Tanah**

GATOT PRAMUHADI, DYMAY GONGGO YUDA ARDITHA, AKHMAD IRFAN

**[D-6] 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-7] Aplikasi Pengolahan Citra dan Jaringan Saraf Tiruan untuk Monitoring Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau**

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

**[D-8] Identifikasi Kinetika Pertumbuhan Alga Pada Model Monod Dan Extended Monod**

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

**[D-9] Potensi Tegakan Bakau (*Rhizophora Spp*) di Desa Rasau Kecamatan Kurau Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan**

MUFIDAH ASYARI

**[D-10] Model Matematika Pertumbuhan Jumlah Anakan Dan Tinggi Tanaman Padi Yang Ditanam Dengan Metode Sri**

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

**[D-11] Identifikasi Aroma Tembakau Dengan Deret Sensor Gas Dan Jaringan Syaraf Tiruan**

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

**[D-12] Pengembangan Konservasi Lahan Terpadu untuk Mendukung Agroindustri Kentang di Kawasan Pegunungan Dieng Das Serayu Hulu**

CHANDRA SETYAWAN, SAHID SUSANTO, LUKMAN HIDAYAT,

**[D-13] Analisis Kelayakan Pengembangan Sistem Subak yang Berorientasi Agroekowisata Menggunakan Logika Fuzzy**

SUMIYATI, LILIK SUTIARSO, WAYAN WINDIA , PUTU SUDIRA

**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 CIPTOHADIJOYO, 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] Rekayasa Proses Produksi Bioetanol dari Tongkol Jagung melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan**

EKA RURIANI, TITI CANDRA SUNARTI, ANJA MERYANDINI

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

MUAMMAR TAWARUDDIN AKBAR, SAM HERODIAN

**[E-6] Rekayasa Disain Tungku Aneka Bahan Bakar I: Penentuan Bentuk dan Bahan Dinding Dengan Simulasi Numerik**

M. MUHAEMIN, S. ZAIN, T. PUJIANTO, M. SAUKAT, A. YUSUF

**[E-7] Rekayasa Disain Tungku Aneka Bahan Bakar II: Kinerja Dengan Batubara, Batok Kelapa Dan Arang**

M. MUHAEMIN, S. ZAIN, T. PUJIANTO, M. SAUKAT, A. YUSUF

**[E-8] Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah untuk Rumah Tangga**

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

**[E-9] Analisis Aliran Energi Pada Proses Produksi Kopi di Sidomulyo Jember**

SUTARSI, IWAN TARUNA

**[E-10] Analisis Kebutuhan Energi Dalam Pengelolaan Tanaman Jagung**

HAMID AHMAD, SUTARSI, TRI HASTUTIK

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

WILUJENG TRISASIWI

**[E-12] 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-13] Aplikasi Bioreaktor Hibrid Dalam Pengolahan Limbah Tapioka (Studi Performa dan Stabilitas Pada Proses Start-Up)**

YUSRON SUGIARTO

**EKONOMI, SOSIAL DAN MANAJEMEN****[F-1] Analisis Kualitas Beras dan Faktor yang Mempengaruhinya Di Provinsi Sumatera Selatan**

BUDI RAHARJO, YANTER HUTAPEA DAN WALUYO

**[F-2] Nilai Ekonomi Pola Agroforestry Jenis Jelutung Rawa Di Kelurahan Kelampangan Kecamatan Sebangau Palangkaraya Kalimantan Tengah**

DANIEL ITTA

**[F-3] Analisis Keberlanjutan Agroindustri Kopi Rakyat : Studi Kasus di Unit Pengolahan Kopi Rakyat, Sidomulyo, Jember.**

ELIDA NOVITA

**[F-4] Pemanfaatan Teknologi Social Media Sebagai E-Agribusiness Dalam Memperluas Jaringan Pemasaran**

FANNY WIDADIE

**[F-5] Comparative And Competitive Advantage Analysis Of Coffee Commodity And The Contribution To Economic Region In Jember Regency**

IMAM SYAFI'I, JONI MURTI M.

**[F-6] Model Pengembangan Prasarana Usahatani Tingkat Tersier di Lahan Sawah Beririgasi**

NOVA ANIKA, YANUAR J. PURWANTO, ERIZAL

**[F-7] Studi Peta Proses Tipe Aliran Bahan Pada Pengolahan Karet Studi Kasus di PTPN XII Kebun Banjarsari Jember Jawa Timur**

IDA BAGUS

**[F-8] Perencanaan Optimasi Keuntungan Pada Pengeringan Kakao (*Theobroma Cocoa L.*) PT Inang Sari**

SANTOSA, MISLAINI R., FADLAN ARI SANDY

**[F-9] Analisis Kelayakan Pengembangan Sistem Subak yang Berorientasi Agroekowisata Menggunakan Logika Fuzzy**

SUMIYATI, LILIK SUTJARSO, WAYAN WINDIA, PUTU SUDIRA

**[F-10] Penaksiran Produktivitas Sebagai Dasar Perencanaan Industri Pertanian**

WISNU WARDANA, SIGIT SUPADMO ARIEF, DJA'FAR SHIDIEQ, ABI PRABAWA

**[F-11] 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-12] Analisis Swot Pengembangan Ubi Jalar Mendukung Diversifikasi Pangan di Papua**

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

## Rekayasa Proses Produksi Bioetanol Dari Tongkol Jagung Melalui Sakarifikasi Dan Fermentasi Secara Simultan

Eka Ruriani <sup>1)</sup> Anja Meryandini <sup>2)</sup> Titi Candra Sunarti <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember  
(email: rurianiftp@yahoo.com)

<sup>2)</sup> Departemen Biologi, Institut Pertanian Bogor

<sup>3)</sup> Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor

### Abstrak

Pengembangan bioetanol dari tongkol jagung sangat prospektif karena jumlah produk samping ini sangat melimpah dan belum termanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penggunaan campuran enzim dan mengeksplorasi khamir untuk produksi bioetanol. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu *pre-treatment* (delignifikasi), isolasi dan seleksi isolat khamir, sakarifikasi, dan produksi bioetanol melalui sakarifikasi dan fermentasi simultan. Delignifikasi menggunakan NaOCl 1% menurunkan kandungan lignin sebesar 59,6%. Isolasi khamir dilakukan terhadap 5 macam buah busuk. Isolasi diseleksi berdasarkan kemampuan dalam mengkonsumsi substrat campuran dan menghasilkan etanol. Sakarifikasi tongkol jagung 5% dilakukan selama 96 jam (pH 5, 50°C, 120 rpm) dan fermentasi selama 72 jam (starter 10% (v/v), 30°C). Hasil fermentasi menunjukkan kadar etanol yang dihasilkan isolat K (dari apel) lebih rendah daripada isolat SB (dari semangka) yaitu 0,037% (v/v) dan 0,042% (v/v). Kadar etanol yang dihasilkan oleh kedua isolat masih sangat rendah, karena rendahnya efisiensi sakarifikasi.

**Kata kunci :** bioetanol, tongkol jagung, selulase, xilanase, campuran enzim hidrolitik, isolat khamir lokal

### PENDAHULUAN

Salah satu produk samping pertanian yang cukup potensial dari agroindustri jagung adalah tongkol jagung. Saat ini pemanfaatan tongkol jagung belum optimal dan tidak bernilai ekonomis, karena sebagian besar hanya digunakan untuk pakan ternak atau bahan bakar pada rumah tangga di pedesaan. Padahal jumlah produk samping ini sangat melimpah di Indonesia karena produktivitas jagung sangat tinggi. Jagung merupakan komoditi yang menempati urutan kedua setelah padi. Berdasarkan Angka Ramalan II tahun 2010 diperkirakan produksi jagung sebesar 11.760 ton pipilan kering (BPS 2010). Di sisi lain Irawadi (1990) menyatakan bahwa buah jagung akan menghasilkan tongkol jagung sekitar 30%. Jika dikonversikan dengan jumlah produksi jagung pada tahun 2010, maka negara Indonesia berpotensi menghasilkan tongkol jagung sebanyak 5040 ton.

Pengembangan bioetanol sebagai *biofuel* dari tongkol jagung sangat prospektif karena bahan baku tidak bersaing dengan bahan baku sumber pangan yang mengandung gula dan pati, seperti nira tebu, nira aren, ubi kayu, ubi jalar, jagung atau sagu. Kandungan selulosa dan hemiselulosa pada tongkol jagung juga cukup tinggi. Meryandini *et al.* (2008) telah meneliti kandungan komponen-komponen tersebut pada tongkol jagung varietas Bisma setelah delignifikasi adalah selulosa 44,36% dan hemiselulosa 30,38%, sedangkan lignin 19,21%. Selulosa berpotensi sebagai bahan baku bioetanol karena tersusun atas homopolimer D-glukosa, sedangkan hemiselulosa tersusun atas heteropolimer kompleks yang memiliki kandungan utama xilosa dan juga sejumlah arabinosa, manosa, glukosa dan galaktosa (Burchadt dan Ingram 1992).

Selama ini konversi tongkol jagung menjadi etanol memiliki rendemen yang rendah dibandingkan bahan berpati atau yang mengandung gula. Hal ini terjadi karena hidrolisis selulosa dan hemiselulosa belum optimal. Selain itu hasil hidrolisis hemiselulosa yang berupa xilosa (gula

pentosa/C5) belum dapat dikonversi menjadi bioetanol oleh khamir komersial (*Saccharomyces cerevisiae*). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penggunaan campuran selulase dan xilanase pada hidrolisis tongkol jagung terhadap kandungan gula yang dihasilkan dan mengeksplorasi khamir yang memiliki kemampuan untuk mengkonversi substrat campuran glukosa dan xilosa menjadi bioetanol.

## METODOLOGI

### Bahan dan Alat

Tongkol jagung, enzim selulase dan xilanase (*Novo Enzymes*), buah busuk (apel, pepaya, nenas, semangka, melon, anggur), *S. elipsoides*, *S. cerevisiae* ATCC, NaOCl 1%, YMEA, YGC, tetrasiklin, PDB, glukosa, xilosa, buffer sitrat fosfat pH 5. *Hammer mill*, spektrofotometer, neraca analitis, oven, sentrifuse, pH meter, autoklaf, inkubator goyang, labu leher angsa, *GC-Mass Spectra*, GC, mikroskop cahaya, mikroskop cahaya terpolarisasi.

### Metode

#### *Pre-Treatment* (Delignifikasi)

Tongkol jagung lokal varietas Hawaii (diperoleh dari daerah sekitar Bogor) dikeringkan dan digiling menggunakan *hammer mill* sehingga menjadi bubuk (32 mesh). Setelah itu dilakukan proses delignifikasi dengan merendam sampel di dalam larutan 1% NaOCl selama 5 jam pada suhu kamar (28°C), sehingga lignin terlarut, sedangkan selulosa dan hemiselulosa terendapkan. Endapan yang terbentuk dicuci menggunakan aquades sampai pH 8 dan aroma NaOCl hilang. Kemudian tongkol jagung terdelignifikasi dikeringkan menggunakan panas matahari. Untuk mengetahui pengaruh delignifikasi terhadap tongkol jagung dilakukan beberapa analisa, yaitu: komponen serat yang meliputi selulosa dan hemiselulosa (Van Soest 1963), lignin (AOAC 1984); komposisi monosakarida menggunakan *GC-Mass Chromatography* (GCMS-QP2010, Shimadzu); struktur serat secara mikroskopis (*light microscope*).

#### Seleksi Khamir Isolat Unggul

Proses seleksi diawali dengan melakukan isolasi *khamir* terhadap 5 macam buah yang sudah membusuk, yaitu apel, semangka, melon, pepaya, dan nenas dengan menggunakan media YMEA (*Yeast Malt Extract Agar*) dengan waktu inkubasi 48 jam pada suhu kamar (30°C). Isolat yang tumbuh diseleksi pada media YGC (*Yeast Glucose Chloramfenicol*) dengan komposisi per liter media adalah glukosa 20g, *yeast extract* 5g, chloramfenicol 0,1g, agar 15 g, dan tetrasiklin 0,05g (inkubasi 72-120 jam, 30°C). Selanjutnya isolat yang tumbuh pada media YGC diujikan pada media glukosa dan campuran glukosa-xilosa (1:1) murni menggunakan tabung ulir dan labu leher angsa. Kondisi reaksinya adalah anaerob pada suhu 30°C dengan konsentrasi media 10% (diperkaya NPK 0,04% dan ZA 0,15%) dan konsentrasi inokulan 10% dari media. Sebelum diujikan, isolat tersebut disegarkan pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) selama 48 jam dan PDB (*Potato Dextrose Broth*) selama 24 jam. Selama fermentasi berlangsung dilakukan pengamatan terhadap perubahan substrat dengan metode DNS (Miller 1959), perubahan volume CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dan kadar etanol (GC).

#### Penentuan Kondisi Hidrolisis Optimal

Untuk mengetahui kondisi optimal hidrolisis yang akan diaplikasikan pada sakarifikasi-fermentasi secara simultan dilakukan hidrolisis tongkol jagung pada konsentrasi 5% (Muttaqin 2010). Serbuk tongkol jagung terdelignifikasi dilarutkan dalam buffer sitrat fosfat pH 5 dan dihidrolisis menggunakan campuran enzim selulase (10 FPU/g substrat) dan xilanase (10 U/g substrat). Reaksi dilakukan pada pH 5 dan suhu 50°C (diperoleh dari uji aktivitas enzim) di dalam

*shaker water bath* (120 rpm). Selama hidrolisis berlangsung dilakukan analisa setiap 12 jam terhadap total gula, gula pereduksi dan struktur serat secara mikroskopik.

### Sakarifikasi-Fermentasi Secara Simultan

Proses sakarifikasi dilakukan dengan menghidrolisis tongkol jagung terdelignifikasi menggunakan enzim selulase dan xilanase komersial (*Novo Enzymes*). Campuran enzim selulase (10 FPU/g substrat) dan xilanase (10 U/g substrat) ditambahkan pada sampel yang telah dilarutkan dalam buffer sitrat fosfat pH 5 dengan konsentrasi 5%. Reaksi dilakukan pada pH 5 dan suhu 50°C (diperoleh dari uji aktivitas enzim) di dalam *shaker waterbath* (120 rpm). Penambahan NPK (0,04%), ZA (0,15%) dan isolat terpilih (10% dari volume substrat) dilakukan setelah hidrolisis optimal. Selanjutnya fermentasi dilakukan pada suhu 30°C selama 72 jam. Beberapa parameter hidrolisis yang dikaji antara lain : perubahan substrat (total gula dan gula pereduksi), derajat polimerisasi (DP), dan perubahan struktur serat (mikroskop cahaya dan mikroskop cahaya terpolarisasi). Adapun parameter fermentasi yang dikaji antara lain : perubahan substrat (total gula metode fenol sulfat), perubahan biomass (metode *Total Plate Count*), pH (pHmeter), dan total asam (titrasi dengan NaOH 0,1N dan indikator PP 1%). Kadar etanol yang dihasilkan diukur menggunakan GC.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

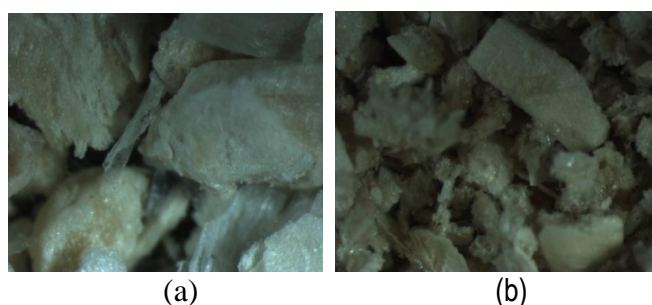
### *Pre-Treatment* (Delignifikasi) Pada Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan bahan lignoselulosa yang mengandung tiga komponen utama yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Keberadaan lignin menghambat proses hidrolisis dan fermentasi karena lignin merupakan jaringan polimer fenolik yang merekatkan serat selulosa sehingga sulit untuk diakses baik oleh enzim atau asam. Proses *pre-treatment* (delignifikasi) dapat menghilangkan lignin, sehingga struktur lignoselulosa terbuka dan mempermudah pelepasan selulosa dan hemiselulosa (holoselulosa).

**Tabel 1** Komposisi serat tongkol jagung sebelum delignifikasi dan setelah delignifikasi

Komponen	Sebelum delignifikasi (%bk)	Setelah delignifikasi (%bk)
Selulosa	65,53	71,00
Hemisellulosa	9,48	11,32
Lignin	11,18	4,51

Tabel 1 menunjukkan bahwa delignifikasi dapat menurunkan kandungan lignin 6,67% dan meningkatkan kandungan holoselulosa. Hal ini terjadi karena ion hipoklorit dari NaOCl dapat melepaskan ikatan karbon pada struktur lignin dan menyebabkan ikatan lignin dengan polisakarida lain terbuka, sehingga sebagian holoselulosa terbebaskan dan kadarnya meningkat.



**Gambar 1** Struktur serat tongkol jagung sebelum delignifikasi (a) dan setelah delignifikasi (b) (Mikroskop cahaya pada perbesaran 20x)

Selain itu delignifikasi juga dapat mengurangi kristalinitas selulosa dan meningkatkan porositas bahan (Sun dan Cheng 2002). Gambar 1 menunjukkan perubahan serat tongkol jagung setelah proses delignifikasi. Struktur serat telah terdegradasi akibat delignifikasi (Gambar 1b), sehingga terlihat lebih rapuh dan amorf dibandingkan sebelum delignifikasi strukturnya lebih kokoh dan kompak. Terlepasnya ikatan lignin dan perubahan struktur serat menjadi lebih amorf dapat meningkatkan efisiensi hidrolisis dan fermentasi.

Sebagai bahan lignoselulosa tongkol jagung sangat berpotensi untuk dikonversi menjadi bioetanol. Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil analisa GC-MS tongkol jagung setelah diberi perlakuan asam sulfat 50% secara bertingkat pada suhu 20°C dan 60°C (Thalagala *et al.* 2009). Data tersebut menunjukkan bahwa kandungan glukosa (hasil hidrolisis selulosa) dan xilosa (hasil hidrolisis hemiselulosa) cukup tinggi, yaitu 43% glukosa dan 49% xilosa. Selain itu juga terdapat komponen gula minor (arabinosa, galaktosa, dan manosa).

**Tabel 2** Komposisi monosakarida pada tongkol jagung sebelum dan setelah delignifikasi

Monosakarida (%)	Bahan	
	Tongkol jagung	Tongkol jagung terdelignifikasi
Xilosa	50,22	49,00
Glukosa	36,27	43,00
Arabinosa	4,93	7,00
Galaktosa	0,74	1,00
Mannosa	0,19	*td

\*td (tidak terdeteksi)

### Penentuan Kondisi Hidrolisis Optimal

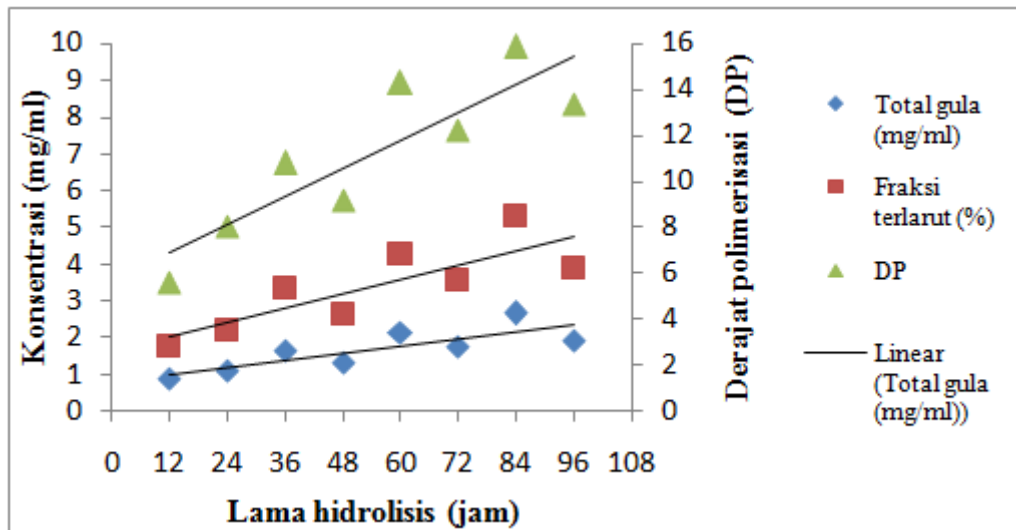
Hidrolisis selulosa menjadi D-glukosa dan hemiselulosa menjadi D-xilosa atau monosakarida lain dapat dilakukan secara kimia menggunakan asam atau secara biokimia menggunakan enzim. Menurut Taherzadeh dan Karimi (2007) hidrolisis enzimatik memiliki beberapa keuntungan dibandingkan hidrolisis asam, antara lain: tidak terjadi degradasi gula hasil hidrolisis, kondisi proses yang lebih lunak (suhu rendah, pH netral), berpotensi memberikan hasil yang tinggi, dan biaya pemeliharaan peralatan relatif rendah karena tidak ada bahan yang korosif.

**Tabel 3** Perubahan kadar total gula, fraksi terlarut dan derajat polimerisasi selama hidrolisis tongkol jagung 5% menggunakan campuran enzim selulase-xilanase (1:1)

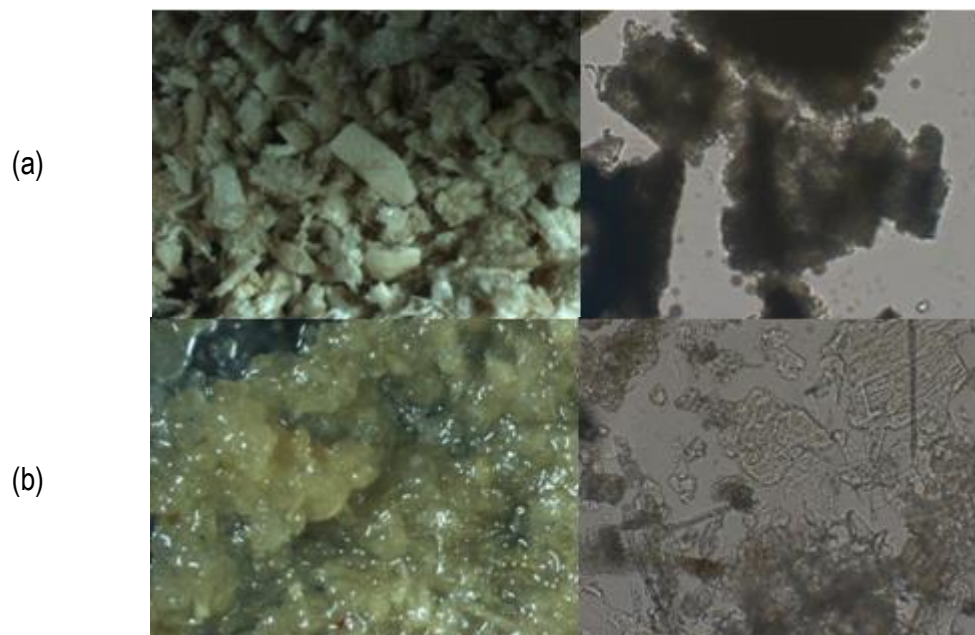
Jam ke-	Total gula (mg/ml)	Fraksi terlarut (%)	DP
12	0,876	1,752	5,580
24	1,096	2,192	8,059
36	1,672	3,344	10,787
48	1,324	2,648	9,194
60	2,140	4,280	14,267
72	1,776	3,552	12,248
84	2,661	5,322	15,839
96	1,932	3,864	13,324

Tabel 3 menunjukkan hasil hidrolisis enzimatik tongkol jagung 5% menggunakan campuran enzim selulase-xilanase 1:1 dengan penambahan enzim sebesar 10FPU/g substrat untuk masing-masing enzim. Selama hidrolisis 96 jam terlihat adanya kecenderungan peningkatan total gula dan fraksi terlarut (Gambar 2).

Total gula menunjukkan jumlah senyawa karbohidrat terlarut dalam bentuk monosakarida, oligosakarida dan polisakarida. Perez *et al.* (2002) menyatakan bahwa hidrolisis enzimatik pada lignoselulosa dapat membebaskan holoselulosa yang terikat pada lignin dan menghasilkan polimer karbohidrat dan gula yang ditandai dengan peningkatan jumlah total gula dan presentase fraksi terlarut. Peningkatan fraksi terlarut akibat hidrolisis enzimatis juga dapat dilihat berdasarkan perubahan struktur serat secara mikroskopis. Setelah hidrolisis terlihat bahwa serat tongkol jagung menjadi lebih amorf (Gambar 3b) daripada sebelum hidrolisis yang terlihat lebih kokoh dan kristalin (Gambar 3a).



**Gambar 2** Perubahan kadar total gula, fraksi terlarut dan derajat polimerisasi selama hidrolisis tongkol jagung 5% menggunakan campuran enzim selulase-xilanase (1:1)



**Gambar 3** Struktur mikroskopis dari serat tongkol jagung sebelum hidrolisis (a) dan sesudah hidrolisis (b) menggunakan campuran enzim selulase-xilanase (1:1) selama 96 jam (Mikroskop cahaya pada perbesaran 10x (kiri) dan mikroskop cahaya terpolarisasi pada perbesaran 100x (kanan))



Perubahan fraksi kristalin menjadi amorf dapat meningkatkan aksesibilitas enzim dan mempermudah proses fermentasi. Perubahan struktur ini terjadi karena aktivitas enzim selulase dan xilanase kompleks. Enzim selulase kompleks yaitu endo-1,4- $\beta$ -glukanase akan memotong ikatan rantai dalam selulosa menghasilkan rantai selulosa yang lebih pendek, selanjutnya rantai tersebut oleh ekso-1,4- $\beta$ -glukanase dipotong dari ujung dan menghasilkan molekul selobiosa yang akan dipotong menjadi dua molekul glukosa oleh  $\beta$ -D-glukanase. Begitu juga enzim xilanase kompleks akan menghidrolisis dengan cara yang sama seperti selulase kompleks.  $\beta$ -xilosidase (menghidrolisis xilooligosakarida rantai pendek menjadi xilosa), eksoxilanasase (memutus rantai xilan pada ujung reduksi seperti pada eksoglukanase), dan endoxilanasase (memutus ikatan  $\beta$ -1,4 pada bagian dalam rantai xilan secara teratur) (Coughlan dan Ljungdahl 1988). Struktur amorf dihidrolisis oleh enzim endoglukanase, sedangkan struktur kristalin dihidrolisis oleh enzim eksoglukanase (Perez *et al* 2002).

### Seleksi Khamir Isolat Unggul

Proses seleksi diawali dengan melakukan isolasi khamir terhadap 5 macam buah busuk (apel, semangka, melon, pepaya, nenas) pada media selektif (YMEA), dengan asumsi bahwa pembusukan tersebut terjadi karena adanya kontaminasi khamir. Buah-buahan merupakan bahan pangan yang mengandung glukosa cukup tinggi dan khamir dapat tumbuh optimal dalam gula sederhana seperti glukosa, maupun gula kompleks disakarida yaitu sukrosa. Isolasi tersebut menghasilkan 26 isolat berbeda setelah inkubasi pada media YMEA selama 48 jam pada suhu kamar. Selanjutnya dilakukan seleksi awal dengan menumbuhkan semua isolat pada media YGC yang dicampur tetrasiklin untuk mencegah pertumbuhan bakteri dan kapang, sehingga diharapkan yang mampu tumbuh hanya khamir. Dari hasil seleksi diperoleh 20 isolat yang mampu tumbuh pada media YGC setelah inkubasi 96 jam pada suhu kamar. Selanjutnya isolat tersebut dicobakan untuk fermentasi dengan media glukosa-xilosa (1:1) murni 10% yang diperkaya NPK 0,04% , ZA 0,15%, dan inokulan sejumlah 10% dari media menggunakan tabung ulir. Sebagai pembanding digunakan *S. cerevisiae* ATCC dan *S. ellipsoides*. Hasil yang diperoleh dari fermentasi selama 72 jam pada suhu kamar adalah 4 isolat dengan penggunaan substrat terbesar (Tabel 4). Hal ini dapat diasumsikan bahwa kemampuan isolat dalam mengkonversi substrat dan efisiensi fermentasi cukup tinggi, karena hanya sedikit substrat yang tersisa.

**Tabel 4** Data isolat terpilih setelah seleksi pada media YGC dan uji coba fermentasi pada media campuran glukosa-xilosa (1:1) murni

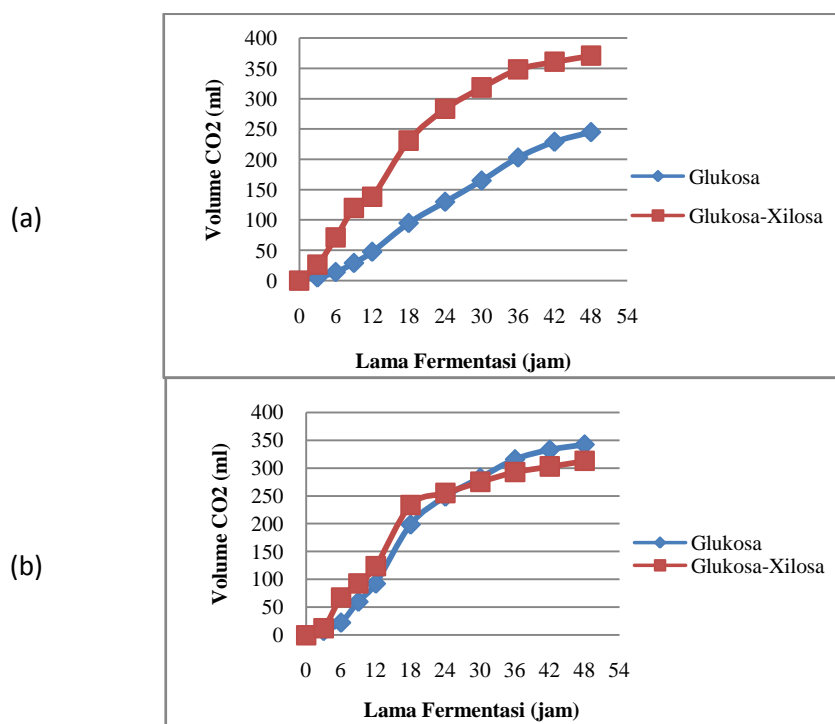
Kode	Asal	Ciri-ciri	$\Delta S/S_0$
Standar1	<i>S. cerevisiae</i> ATCC	Kekuningan, berair	0,34
Standar2	<i>S. ellipsoides</i>	Kekuningan, berair	0,33
K	Apel	Putih, lebar, tanpa inti	0,39
H	Pepaya	Putih, bintik kecil	0,40
MP	Melon	Putih kekuningan, berair	0,33
SB	Semangka	Putih lebar, dikelilingi koloni	0,64

Seleksi akhir dilakukan terhadap keempat isolat pada media glukosa dan campuran glukosa-xilosa untuk mengetahui kemampuannya dalam mengkonversi xilosa dan menghasilkan etanol. Pengamatan dilakukan terhadap perubahan volume CO<sub>2</sub> pada interval 3 jam sampai 12 jam pertama dan selanjutnya 6 jam selama 48 jam. Selain itu juga dilakukan pengukuran konsumsi substrat (metode DNS) dan kadar etanol (GC) yang dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5** Hasil pengukuran konsumsi substrat dan kadar etanol pada fermentasi substrat gula murni selama 48 jam

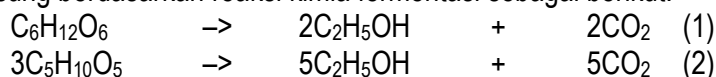
Isolat	$\Delta S/S_0$		Kadar Etanol (%)	
	Glukosa	Glukosa-xilosa	Glukosa	Glukosa-xilosa
K	0,52	0,50	1,09	1,32
H	0,58	0,53	3,13	1,51
SB	0,48	0,44	1,68	1,14
MP	0,45	0,50	2,49	1,58

Dari hasil seleksi akhir diperoleh 2 isolat unggul yaitu K dari apel dan SB dari semangka berdasarkan kemampuan menggunakan substrat glukosa-xilosa untuk menghasilkan etanol. Berdasarkan data dapat dilihat bahwa isolat K dan H menghasilkan etanol yang tidak jauh berbeda pada kedua substrat dengan konsentrasi yang sama. Hal ini dapat diasumsikan bahwa kedua isolat mampu mengkonversi etanol dari kedua substrat, artinya kedua isolat mampu bekerja pada substrat xilosa. Hal tersebut berbeda dengan isolat H dan MP yang menghasilkan etanol lebih besar pada substrat glukosa, sedangkan pada substrat campuran glukosa-xilosa hanya menghasilkan etanol separuhnya, sehingga diduga kedua isolat hanya mampu mengkonversi glukosa pada substrat campuran.



**Gambar 4** Akumulasi pertambahan volume CO<sub>2</sub> pada fermentasi glukosa dan campuran glukosa-xilosa murni selama 48 jam oleh isolat K (a) dan isolat SB (b)

Adapun pengamatan CO<sub>2</sub> hasil fermentasi oleh 2 isolat terpilih (K dan H) dapat dilihat pada Gambar 4. Pengukuran volume CO<sub>2</sub> ini merupakan pendekatan untuk mengetahui kadar etanol secara tidak langsung berdasarkan reaksi kimia fermentasi sebagai berikut:



Dari persamaan reaksi tersebut dapat dijelaskan bahwa kadar etanol yang dihasilkan baik dari substrat glukosa (1) atau xilosa (2) setara dengan kadar CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Dari Gambar 2 tersebut terlihat bahwa volume CO<sub>2</sub> tertinggi dihasilkan pada fermentasi jam ke-18.

### Sakarifikasi-Fermentasi Tongkol Jagung Terdelignifikasi Secara Simultan

Proses sakarifikasi dilakukan dengan menghidrolisis tongkol jagung 5% (pH 5, 50°C, 120 rpm) selama 96 jam. Setelah itu dilakukan penambahan starter dan mikronutrien (NPK dan ZA), sehingga terjadi fermentasi pada suhu 30°C selama 72 jam. Hasil fermentasi menunjukkan bahwa penggunaan substrat oleh isolat K lebih tinggi daripada isolat SB, tetapi kadar etanol yang dihasilkan isolat K lebih rendah daripada isolat SB (Tabel 6). Hal ini dapat diduga bahwa isolat K menggunakan substrat untuk pembentukan biomassa.

Kadar etanol yang dihasilkan oleh kedua isolat masih sangat rendah. Hal ini diduga karena efisiensi sakarifikasi yang masih rendah, karena total gula yang dihasilkan setelah 96 jam hanya sekitar 1,151 mg/ml dan sebagian besar gula masih berupa oligomer (DP 13), padahal pada umumnya khamir mengkonversi monomer menjadi bioetanol. Di sisi lain pengecilan ukuran tongkol jagung (32 mesh) dan penambahan inokulan khamir untuk fermentasi juga sangat mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan. Penghalusan ukuran tongkol jagung dapat meningkatkan luas permukaan kontak dengan enzim, sehingga dapat meningkatkan kadar total gula sebagai substrat awal fermentasi. Penambahan inokulan 10 ml dari starter stok (1 ose dalam 50 ml PDB) diduga masih terlalu rendah, sehingga jumlah biomassa tidak sebanding dengan substrat yang digunakan.

**Tabel 6** Hasil pengukuran konsumsi substrat dan kadar etanol pada fermentasi substrat gula murni selama 48 jam

Parameter	Isolat K	Isolat SB
$\Delta S$	0,850	0,734
$Y_{P/S}$	34	45
Kadar etanol (%)	0,037	0,042
Kadar etanol (g/l)	0,019	0,021
Total asam (%)	1,56	1,33

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Delignifikasi menghilangkan lignin sebesar 6,67%. Isolat khamir dari buah apel (K) dan semangka (SB) busuk mampu mengkonversi substrat campuran holoselulosa menjadi etanol. Hidrolisis tongkol jagung 5% menggunakan campuran enzim komersial selulase (10FPU/g substrat) dan xilanase (10U/g substrat) meningkatkan kadar total gula (DP sekitar 13). Kadar etanol yang dihasilkan dari fermentasi tongkol jagung terdelignifikasi secara simultan masih sangat rendah, yaitu 0,037% (isolat K) dan 0,042% (isolat SB).

### Saran

Diperlukan peningkatan efisiensi hidrolisis dengan menggunakan enzim yang memiliki spesifitas tinggi terhadap holoselulosa pada tongkol jagung dan memperkecil ukuran partikel substrat. Selain itu juga diperlukan identifikasi dan karakterisasi terhadap isolat baru agar diketahui kondisi optimumnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- AOAC. 1984. Official Methods Analysis The Association of Official Analytical Chemist. 14<sup>th</sup> ed. AOAC, Inc. Arlington. Virginia.
- Biro Pusat Statistika. 2009. Produksi padi, jagung dan kedelai. Angka Sementara Tahun 2008 dan Angka Ramalan I Tahun 2009). Berita Resmi Statistik Biro Pusat Statistika No. 17/03/Th. XII. 2 Maret 2009
- Coughlan, M.P., Ljungdahl, L.G., 1988. Comparative biochemistry of fungal and bacterial cellulolytic enzyme system. In: Aubert, J.-P., Beguin, P., Millet, J. (Eds.), Biochemistry and Genetics of Cellulose Degradation, pp. 11–30
- Meryandini A, Sunarti TC, Naomi A, Pratiwi FMR. 2008. Using *Streptomyces xylanase* to produce xylooligosaccharide from corncob. *Biotropia* 15(2):19-128
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* (31):426-428
- Muttaqin M. 2010. Sakarifikasi Tongkol Jagung oleh Kultur Campuran untuk Produksi Bioetanol. [skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Perez J, Dorado JM, de la Rubia T, Martinez J. Biodegradation and Biological Treatment of Cellulose, Hemicellulose and Lignin: An overview. *Int. Microbial* (5):53-63
- Rangkuti M, Djajanegara A. 1983. The Utilization of Agricultural By-Products and Wastes (as animal feeds) in Indonesia. In: The Use of Organic Residues in rural Communities Animal Feeds in south East Asia. Proceedings, Workshop on Organic Residues in Rural Communities. Denpasar (Indonesia), 11 Dec 1979, pp.11-25
- Sun Y, Cheng J. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic material for ethanol production: a review. *Biores Technol* (83):1-11
- Taherzadeh MJ, Karimi K. 2007. Enzyme-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials: a review. *J Bio Resources* 2(4):707-738.
- Thalagala TATP, Kodama S, Mishima T, Naoto I, Furujo A, Kawasaki Y, Hisamatsu M. 2009. Study on a New Preparation of D-Glucose Rich Fractions from Various Lignocelluloses through a Two-Step Extraction with Sulphuric Acid. *J. Appl. Glycosci.* (56):1-6
- Van Soest, P.J. 1963. Use of detergent in analysis of fibrous feeds III. In M.L. Dreher (ed.). The Handbook of Dietary Fiber. New York, USA
- Zakpa HD, Mak-Mensah EE, Johnson FS. 2009. Production of bioethanol from corncobs using *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae cerevisiae* in simultaneous saccharification and fermentation. *African J Biotechnol* 8(13): 3018-3022.