

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah, atas berkat Allah SWT, panitia telah menyusun prosiding Simposium Nasional RAPI (Rekayasa, Aplikasi, Perancangan, dan Industri) IX 2010. Hal ini merupakan agenda pertemuan ilmiah tahunan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang diselenggarakan sebagai sarana komunikasi antara pengembang dan pengguna teknologi. Simposium yang merupakan wujud kerja sama antar perguruan tinggi, lembaga penelitian, industri dan pemerintah, diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas teknologi yang memungkinkan bangsa Indonesia mengurangi ketergantungan terhadap bangsa lain.

Dengan harapan semoga kegiatan Simposium Nasional ini bermanfaat bagi semua, saya selaku ketua panitia menyampaikan terima kasih kepada jajaran pimpinan Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan dukungan penuh, seluruh panitia yang telah bekerja keras, dan juga sponsor yang telah memberikan bantuan atas terselenggaranya simposium ini.

Di samping itu, dengan mewakili panitia, saya mengharapkan adanya kritik dan saran demi terselenggaranya kegiatan simposium berikutnya yang lebih baik. Semoga kita semua dapat bertemu lagi pada simposium mendatang. Amin.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Surakarta, 4 Desember 2010
Ketua Panitia
Simposium Nasional RAPI IX 2010

Ir. Herry Purnama, M.T., PhD.

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga kegiatan Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri (RAPI) IX 2010 yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dapat terlaksana.

Simposium Nasional RAPI diselenggarakan sebagai upaya untuk membuat suatu forum ilmiah yang mempertemukan akademis, peneliti, dan praktisi di bidang industri dan rekayasa secara rutin setiap tahun mulai tahun 2002

Hubungan antara perancangan, rekayasa dan penerapan teknologi di Indonesia masih belum dapat mencapai bentuk yang akrab. Di dunia pendidikan maupun di dunia industri, saat ini masih banyak yang belum dapat diterapkan di industri, demikian juga banyak permasalahan di industri yang belum bisa dipecahkan oleh akademisi maupun peneliti. Sebagai akibatnya, banyak teknologi di industri yang diadaptasi dari teknologi yang dihasilkan oleh peneliti dari negara lain.

Simposium Nasional RAPI 2010 mengambil tema “Pengembangan Teknologi dan Potensi Energi untuk Kesejahteraan“. Pengambilan tema ini dimaksudkan agar simposium ini dapat menjembatani kesenjangan antara akademisi, peneliti, dan praktisi, dengan harapan dapat terjadi hubungan yang akrab antara akademisi, peneliti, dan praktisi di bidang rekayasa dan industri, sehingga industri tidak perlu mengambil teknologi dari negara lain untuk memecahkan permasalahannya.

Harapan kami, peserta dapat memanfaatkan forum ini dalam rangka mempererat hubungan dan memberikan semangat kerjasama sekaligus berkompetisi untuk menciptakan teknologi bagi kepentingan bangsa sendiri maupun dapat menjadi unggulan di dunia internasional.

Akhir kata, terima kasih kepada segenap pihak yang telah mendukung Simposium RAPI 2010 dan sampai jumpa pada Simposium RAPI mendatang yang Insya Allah akan diselenggarakan pada tahun 2011.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Surakarta, 4 Desember 2010

Ir. Agus Riyanto, M.T.

UCAPAN TERIMA KASIH

Panitia RAPI IX mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Keynote speaker:

Dr. Iwan Ratman, BP Migas

Tri Mumpuni, Direktur IBEKA

Para pemakalah dan peserta RAPI IX 2010

Pimpinan Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dan semua pihak yang telah membantu terselenggaranya acara ini.

Semoga kita masih dipertemukan di Simposium RAPI yang akan datang.

**SUSUNAN PANITIA
SIMPOSIUM NASIONAL RAPI IX 2010**

Penanggung Jawab Panitia Pengarah	Ir. Agus Riyanto, MT. 1. Dr. Ir. H. Ahmad M.Fuadi, MT. 2. Ir. H. Aliem Sudjatmiko, MT. 3. Ir. Ngafwan, MT.
Panitia Pelaksana Ketua	Ir. H. Herry Purnama, MT, PhD.
Sekretaris	1. Hafidh Munawir, ST, MEng. 2. Ida Nursanti, ST.
Asisten Kesekretariatan	1. Herman Tri Untoro, ST. 2. Tri Maulana Sidiq, ST.
Bendahara	1. Hj. Qunik Wiqoyah, ST, MT. 2. Rini Hidayati, ST, MT.
Publikasi/Humas	1. H. Muhammad Kusban, ST, MT. 2. Agus Supardi, ST, MT. 3. Bambang W. Febrianto, ST, MT.
Sponsorship	1. Budi Setyawan, ST, MT. 2. Agung Sugiharto, ST, MEng.
Acara	1. Muhlison Anis, ST, MT. 2. Ir. Indrawati, MT.
Dekorasi & Dokumentasi	1. Wiwien Prasasti Barada, ST. 2. Malik Musthofa, ST, MSc.
Naskah & Prosiding	1. Ir. Tri Tjahjono, MT. 2. Anto Budi Listiyawan, ST, MSc. 3. Muhammad Hidayat
Reviewer & Koordinator Jurusan	1. Dr. Ir. Dhani Mutiari, MT. 2. Agus Ulinuha, ST, MT, PhD. 3. Ahmad Kholid Alghofari, ST, MT. 4. Ir. Hj. Nur Hidayati, MT, PhD. 5. Ir. Subroto, MT. 6. H. Muslih H. Sutanto, ST, MT, PhD.
Konsumsi	1. Ika Setyaningsih, ST, MT. 2. Eni Budiati, ST, MEng.

Koordinator Teknik Expo

1. Dra. Hj. Kun Harismah, MSi, PhD.
2. Agus Yulianto, ST, MT.
3. Adonis.

Koodinator Temu PTM

1. Ir. H. Sri Sunarjono, MT, PhD.
2. Ir. H. A. Karim Fatchan, MT.
3. Amien Sulistyanto, ST.

DAFTAR MAKALAH

JURUSAN TEKNIK ARSITEKTUR

RAPI A-001

PRINSIP-PRINSIP ARSITEKTUR EKOLOGI DAN PENERAPAN BANGUNAN HEMAT ENERGI' UNTUK LINGKUNGAN BERKELANJUTAN

Udjianto Pawitro A1 – A6

RAPI A-002

PENINGKATAN KENYAMANAN RUANG PADA RUMAH TRADISIONAL BATAK TOBA

Himasari Hanan..... A7 – A14

RAPI A-003

PENGEMBANGAN MATERIAL STYROFOAM PADA TEKNOLOGI KONSTRUKSI PEMBUATAN RUMAH TINGGAL (STUDI KASUS PERUMAHAN GEMPOL ASRI,BANDUNG)

Endah Harisun A15 – A22

RAPI A-004

PANDANGAN MASYARAKAT TENTANG KUALITAS LAYANAN PUBLIC TRANSPORT SEBAGAI PENDUKUNG KEHIDUPAN DI KOTA JAKARTA

Agus S Sadana..... A23 – A29

RAPI A-005

PEMBUATAN JALUR "GREEN WAY" MENUJU KONSEP KOTA EKOLOGIS

Agung Wahyudi A30 – A36

RAPI A-006

INSULASI DINDING SELUBUNG TERHADAP TERMAL RUANG DALAM PADA BANGUNAN DI DAERAH TROPIS

Anedy Wardhani..... A37 – A43

RAPI A-007

OPTIMASI TINGKAT ILLUMINASI DAN KENYAMANAN FISIK DALAM RUANG TERHADAP PENGGUNAAN SELUBUNG BANGUNAN DOUBLE GLASSING DENGAN MOVABLE SUN SHADING

Agus Zulkarnain Arief A44 – A53

RAPI A-008

EVALUASI PASKAHUNI RUMAH SUSUN SEWA TAMBORA – JAKARTA BARAT

Ratih Budiarti A54 – A62

RAPI A-009

KEBERADAAN DAN OPTIMASI RUANG TERBUKA HIJAU BAGI KEHIDUPAN KOTA

Wiwik Widyo Widjajanti A63 – A69

RAPI A-010

PELUANG BATANG KELAPA UNTUK KONSTRUKSI DAN PEMBUATAN KOSEN
RUMAH BAGI MASYARAKAT BERPENGHASILAN MENENGAH KE BAWAH

Amir Mukmin Rachim A70 – A77

RAPI A-011

TIPOLOGI PENERAPAN PRINSIP PERANCANGAN PADA FASADE BANGUNAN
PENDIDIKAN PENINGGALAN KOLONIAL BELANDA DI KOTA MALANG

Rinawati P. Handajani, Damayanti Asikin, Qurrotul A'yun..... A78 – A87

RAPI A-012

MATERIAL LIMBAH KERTAS PULPY GRANULE – TAPIOKA
SEBAGAI DINDING BANGUNAN EKOLOGIS

Bambang Suskiyatno..... A88 – A93

RAPI A-013

GAGASAN KONSEP RUMAH SUSUN SEDERHANA MIX USED DAN KONSEP
INOVASI YANG BERKELANJUTAN

Ashri Prawesthi D A94 – A100

RAPI A-014

OPTIMASI DISAIN ELEMEN RUANG UNTUK PENGHAWAAN ALAMI RUMAH
SEDERHANA

Nur Rahmawati Syamsiyah..... A101 – A108

RAPI A-015

DAUR ULANG BANGUNAN SEBUAH UPAYA ARSITEKTURAL UNTUK
MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

IM. Tri Hesti Mulyani, Dhiyan Krisna..... A109 – A114

RAPI A-016

RUSUN SEMANGGI, SALAH SATU UPAYA PEMDA UNTUK MENINGKATKAN
KESEJAHTERAAN MASYARAKAT

Widyastuti Nurjayanti A115 – A120

RAPI A-017

KONSEP LANSKAP PEKARANGAN RUMAH DI PEDESAAN JAWA

Rini Hidayati A121 – A125

RAPI A-018

INDIGENOUS KNOWLEDGE SEBAGAI SUMBER KREATIFITAS ARSITEKTUR
MASYARAKAT TONSEALAMA DI MINAHASA

Sugeng Triyadi, Iwan Sudradjat, Andi Harapan, St. Aisyah..... A126 – A133

RAPI A-019

TIPOLOGI HUNIAN DAN TEKNOLOGI MEMBANGUN
PADA MASYARAKAT JAWA TONDANO

Sugeng Triyadi, Andi Harapan, Micahel O. Lengkey..... A134– A141

RAPI A-020

INTEGRASI ECO-SETTLEMENT DALAM DESAIN MODEL KAWASAN PERMUKIMAN
WISATA DUSUN SALENA PALU

Muhammad Najib, Nur Rahmanina Burhany A142 – A150

RAPI A-021

OPTIMASI POTENSI KEPULAUAN TOGEAN KABUPATEN TOJO UNA-UNA SEBAGAI
DASAR PENGEMBANGAN MODEL KAWASAN WISATA PESISIR
DI SULAWESI TENGAH

Ahda Mulyati, Nindyo Soewarno..... A151 – A157

RAPI A-022

PENERUSAN PANAS PADA DINDING GLAS BLOK LOKAL

Frans Soehartono, Anik Juniwati, Agus Dwi Hariyanto A158 – A165

RAPI A-023

SISTEM RESAPAN BERJENJANG , SEBAGAI SATU SOLUSI PEMBANGUNAN
DI KAWASAN BERLERENG DALAM MENYIKAPI PEMBANGUNAN DI HULU,
DAMPAK DI HILIR

VG Sri Rejeki A166– A172

RAPI A-024

TEKNOLOGI STRUKTUR SEBAGAI PEMBENTUK DESAIN BANGUNAN ARSITEKTUR

Ch. Koesmartadi..... A173 – A177

RAPI A-025

PENGARUH BENTUK GEOMETRI DAN PENEDUH TERHADAP KRITERIA HEMAT
ENERGI PADA DESAIN KANTOR PLN DI SURABAYA DENGAN UJI SIMULASI
KOMPUTER

Herry Santosa, Nadya A, Agung Murti Nugroho..... A178 – A188

RAPI A-026

PENGEMBANGAN DINDING TROPIS SEBAGAI STRATEGI PENDINGINAN ALAMI

Agung Murti Nugroho, Nurahmad SW A189 – A198

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

RAPI E-001

PEMANFAATAN POTENSI ANGIN UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
SKALA KECIL

Hasyim Asy'ari, Jatmiko, Anita Nugraheni E1 – E6

RAPI E-002

AUTENTIKASI JARINGAN LAN DAN WIRELESS LAN MENGGUNAKAN ROUTER
PFSENSE DENGAN RADIUS

Muchammad Muslich, Fatah Yasin, Widhargo E7 – E14

RAPI E-003

APLIKASI BANTU UNTUK MENDUKUNG PENGAMBILAN KEPUTUSAN SELEKSI
PENERIMA RASKIN (STUDI KASUS DESA KALIBENING KOTA SALATIGA)

Yusuf S. Nugroho, Fatah Yasin Al Irsyadi E15 – E22

RAPI E-004

PEMANFAATAN LINUX TERMINAL SERVER PROJECT (LTSP) SEBAGAI LTERNATIF
SOLUSI PERANCANGAN JARINGAN DI LABORATORIUM KOMPUTER TEKNIK
ELEKTRO UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Fatah Yasin Al Irsyadi, Yusuf S. Nugroho E23 – E30

RAPI E-005

TRANSFER DATA KWH METER DENGAN NADA PANGGIL HANDPHONE

Wiwit Setiyadi, Lukman Subekti E31 – E39

RAPI E-006

PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK SISTEM INFORMASI KEPANGKATAN
PEGAWAI PERUMNAS REGIONAL IV BANDUNG

Sri Lestari, Ripan Dapi E40 – E46

RAPI E-007

SISTEM MONITORING CURAH HUJAN

Iswanto, Nia Maharani Raharja E47 – E53

RAPI E-008

SISTEM MONITORING DAN PERINGATAN DINI TANAH LONGSOR

Iswanto, Nia Maharani Raharja E54 – E62

RAPI E-009

HYBRID GENETIC-FUZZY ALGORITHM FOR VOLT/VAR/THD CONTROL OF
DISTRIBUTION SYSTEMS WITH HIGH PENETRATION OF NONLINEAR LOADS

Agus Ulinuha E63 – E70

RAPI E-010

OPTIMAL DISPATCH OF LTC AND SHUNT CAPACITORS FOR UNBALANCED
DISTRIBUTION SYSTEM USING GENETIC ALGORITHMS AND HYBRID GA-FUZZY

Agus Ulinuha E71 – E85

RAPI E-011

LASER POINTER SEBAGAI MEDIA PENDETEKSI GETARAN PADA INSTRUMEN-TASI
LABORATORIUM MESIN JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Umi Fadlilah, Aris Rakhmadi, Tigor Atas Saputra..... E86 – E92

RAPI E-012

TENAGA ANGIN SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK BERSKALA KECIL
DI DAERAH PANTAI

Jatmiko, Hasyim Asy'ari, Agus Widiyanto E93 – E98

RAPI E-013

APLIKASI SISTEM INFORMASI KERETA API DAN PEMESANAN TIKET BERBASIS
J2ME DI DAERAH OPERASI VI

Endah Sudarmilah, Dedy Ari Prasetya, Faisal Indra Rifai..... E99– E105

RAPI E-014

ALAT LATIH BICARA UNTUK PENDERITA TUNA RUNGU RINGAN-SEDANG
DENGAN MEMANFAATKAN AT89S51

Diana Lestariningsih A, Lanny Agustine, Alvin Lumantoro E106 – E112

RAPI E-015

STUDI EKSPANSI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV GARDU INDUK
SOLO BARU

Agus Supardi, Aris Budiman, Fendi E113 – E120

RAPI E-016

STUDI KEANDALAN REKONFIGURASI PENYULANG GI MANGKUNEGARAN

Aris Budiman, Agus Supardi, Agus Julianto E121 – E128

RAPI E-017

PEMBATAS ARUS URUTAN NOL PADA SISTEM DISTRIBUSI KAMPUS 220/380 Volt
MENGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR

Diding Suhardi E129 – E135

RAPI E-018

e-PROCUREMENT MENGGUNAKAN DECISION SUPPORT SYSTEM
SEBAGAI SOLUSI PROSES PENGADAAN BARANG DAN JASA
DI INSTITUSI PEMERINTAH

Nugroho Agung Prabowo, Moehamad Aman..... E136 – E142

RAPI E-019

DAMPER MAGNETIK PADA SISTEM SUSPENSI KENDARAAN MENGGUNAKAN
FLUIDA MAGNETORHEOLOGI

Fachrudin, Imam Robandi, Nyoman Sutantra..... E143 – E149

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

RAPI I-001

KAJIAN DYNAMIC CYCLE GAIT BAGI PENGGUNA PROSTHETIC ATAS LUTUT
ENDOSKELETAL SISTEM ENERGY STORING DENGAN MEKANISME 2 BAR
Lobes Herdiman, Ilham Priadythama, Ferliana Herawati Bernadheta..... I1 – I8

RAPI I-002

“TECHNOPRENEURSHIP” KEWIRAUSAHAAN BERBASIS PENDAMPINGAN
MENINGKATKAN KEMANDIRIAN TENANT
Suranto 19 – I16

RAPI I-003

DESIGNING AND CONSTRUCTING A FLEXIBLE CONVEYOR SYSTEM
AND ANALYZING ITS IMPLEMENTATION IN A LOOP CONFIGURATION
Bonifasius W. Ajisaputra, Tutuko Prajogo, Prianggada I. Tanaya I17 – I27

RAPI I-004

ANALISIS CIRCADIAN RHYTHMS DAN EFEKNYA TERHADAP PERFORMANSI
PEKERJA SHIFT MALAM
Luciana Triani Dewi, Riyon Deni Sumargo..... I28 – I33

RAPI I-005

DESAIN UMKM UNTUK KOMUNITAS BERBASIS POTENSI UNGGULAN LOKAL:
KASUS UMKM “MULE PAICE” Di KAB. LOMBOK BARAT
Febtri Wijayanti, Mirwan Ardiansyah Karim I34 – I41

RAPI I-006

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI PENGOLAHAN BIJI JARAK PAGAR DAN LIMBAHNYA
SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF Di KABUPATEN SUBANG
Sriharti, Takiyah Salim, Rislina Febriani Sitompul I42 – I49

RAPI I-007

KUANTIFIKASI TINGKAT KESALAHAN OPERATOR PEMINTALAN BENANG
DENGAN METODE HUMAN ERROR ASSESSMENT AND
REDUCTION TECHNIQUE (HEART)
Choirul Bariyah I50 – I56

RAPI I-008

MODEL PEMBUATAN TUNGKU PELEBURAN LOGAM
UNTUK PRAKTIKUM PENGETAHUAN BAHAN
Baju Bawono I57 – I64

RAPI I-009

A DATA ACQUISITION SYSTEM FOR POSITION MEASUREMENT OF A PNEUMATIC
CYLINDER
P. Yudi Dwi Arliyanto I65 – I72

RAPI I-010

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR ERGONOMI YANG MEMPENGARUHI PENINGKATAN PRODUKTIVITAS INDUSTRI GERABAH KASONGAN BANTUL

Hari Purnomo 173 – 177

RAPI I-011

RANCANG BANGUN TEKNOLOGI RFID DALAM PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN PADA SISTEM DISTRIBUSI BARANG DI SUPERMARKET

Rindra Yusianto..... 178– 181

RAPI I-012

STUDI PENENTUAN RUTE BUSWAY YANG OPTIMAL KORIDOR SURABAYA TIMUR-BARAT DENGAN METODE HARMONY SEARCH

Yudha Prasetyawan, Budi Santosa, Ahmad Azami Maftuh..... 182 – 188

RAPI I-013

PERANCANGAN TATA LETAK GUDANG UNTUK MEMINIMUMKAN JUMLAH PRODUK YANG TIDAK TERTAMPUNG DALAM BLOK DAN EFISIENSI AKTIVITAS PERPINDAHAN BARANG DI DIVISI PENYIMPANAN PRODUK JADI PT. ISM BOGASARI FLOUR MILLS SURABAYA

Yudha Prasetyawan, Rahmad Harjono..... 189– 197

RAPI I-014

ANALISIS PENGARUH PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN MUTU ISO 9001 : 2008 TERHADAP KINERJA KARYAWAN DI PT INDUSTRI TELEKOMUNIKASI INDONESIA

Yani Iriani, Darmawan Hadiputra..... 198 – 1103

RAPI I-015

KLASTERING SISTEM INFORMASI DI TEKNIK INDUSTRI UNPAR: SUATU TAHAPAN PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI

Yogi Yusuf W 1104 – 1109

RAPI I-016

ANALISIS RESIKO KERJA DENGAN STRAIN INDEX

Indah Pratiwi, Etika Muslimah, Arifah Prastiwi 1110 – 1118

RAPI I-017

PERBAIKAN METODE KERJA DENGAN MENGGUNAKAN MOST DALAM MENENTUKAN WAKTU STANDAR UNTUK MENINGKATKAN OUTPUT PRODUKSI

Ch. Desi Kusmindari, Budi Santoso, Rixy Ansa..... 1119 – 1126

RAPI I-018

PENENTUAN JALUR DISTRIBUSI UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA TRANSPORTASI DENGAN METODE VOGEL

Hafidh Munawir, Ahmad Kholid Alghofari, Sri Bathoro Wresniadhi..... 1127 – 1135

RAPI I-019

ANALISA KUALITAS PELAYANAN UNTUK MENGETAHUI KEPUASAN PELANGGAN DENGAN METODE *SERVICE QUALITY*

Hafidh Munawir, Ratnanto Fitriadi, , Jiwo Sampurno I136 – I142

RAPI I-020

PENGEMBANGAN KREATIVITAS MAHASISWA BERBASIS GAYA BELAJAR

Muhammad Musrofi..... I143 – I147

RAPI I-021

ANALISIS PERHITUNGAN OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DENGAN MULTIPLE REGRESI UNTUK MENGETAHUI LOSSES YANG PALING BERPENGARUH

Ahmad Kholid Alghofari, Ratnanto Fitriadi, Andhika Fajar Nugroho I148 – I153

RAPI I-022

OPTIMASI BIAYA ANGKUT TRUK BATUBARA MENGGUNAKAN METODE TRANSPORTASI LINEAR PROGRAMMING

Ratna Ekawati, Desi Sulistiani I154 – I158

RAPI I-023

PERANCANGAN ALAT UNTUK MENGUKUR KEMAMPUAN ANGKAT BEBAN (LIFTING CAPABILITY)

Indah Pratiwi, Etika Muslimah, Frenthit Wijaya I159 – I168

RAPI I-024

PERANCANGAN MOBILE KITCHEN SEBAGAI PRODUK ALTERNATIF DENGAN MENGGUNAKAN METODE KANSEI ENGINEERING

Etika Muslimah, Siti Nandiroh, Deny Siddiq Mulyono..... I169 – I175

RAPI I-025

KAJIAN MASA SIMPAN DAN KUALITAS DEDAK SEBAGAI BAGIAN DALAM PROSEDUR PENANGANAN BAHAN BAKU PAKAN

Mirwan Ardiansyah Karim, Nok Afifah, Dewi Desnilasari..... I176 – I180

RAPI I-026

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UKUR SUDUT TANGAN DAN KAKI MANUSIA

Ratnanto Fitriadi, Muchlison Anis, Herdwi Hascaryo I181 – I187

RAPI I-027

PENERAPAN ERGONOMI PADA PERANCANGAN ALAT PEMBUAT SANDAL

Chandra Dewi K..... I188 – I192

RAPI I-028

PENENTUAN RUTE TERPENDEK JALAN DAN LOKASI PARIWISATA DI KOTA SURAKARTA MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA DAN WAP PADA HANDPHONE

Siti Nandiroh, Haryanto I193 – I198

RAPI I-029

PENGENDALIAN PERSEDIAAN PRODUK SINGLE ITEM PERIODIC REVIEW SYSTEM
DENGAN MINIMUM ORDER QUANTITY

Ida Nursanti I199 – I204

RAPI I-030

ANALISA PEMBOROSAN PADA PRODUKSI BENANG DENGAN PROCESS ACTIVITY
MAPPING(PAM)

Mila Faila Sufa I205 – I211

RAPI I-031

USULAN PENINGKATAN KEPUASAN PELANGGAN DENGAN PENDEKATAN FUZZY
SERVQUAL DAN INDEKS PGCV

Shanti K. Anggraeni, Imam Arief Wibowo I212 – I218

RAPI I-032

PERBAIKAN POSISI KERJA DENGAN DESAIN ALAT BANTU SEBAGAI USULAN DI
PT. BIAN NIAGA BATUAN MALANG

C. Nuraini, Rizal Nur Setyo Budi I219 – I225

RAPI I-033

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI KERAMIK DENGAN METODE
PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK (*STATISTICAL PROCESS CONTROL*, SPC)

Lukman..... I226 – I237

RAPI I-034

ALOKASI PRODUK STIK SINGKONG CAP BURUNG PUTER UNTUK MENGURANGI
BULLWHIP EFFECT DI INDUSTRI RUMAH TANGGA ARYOTOMO

Moehammad Aman, Agus Riyanto, Arinta Agustina I238 – I244

RAPI I-035

ANALISIS PARAMETER ALGORITMA GENETIK PADA TRAVELING SALESMAN
PROBLEM

Slamet Setio Wigati..... I245 – I251

JURUSAN TEKNIK KIMIA

RAPI K-001

PENGARUH VOLUME LARUTAN PEMASAK DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP HIDROLISA SELULOSA DARI AMPAS TEBU DENGAN MENGGUNAKAN KATALISATOR ASAM PEKAT

Enny K. Artati, Endah R.D., Yesi Novitasari, Nur Halimah Murdiyati. K1 – K7

RAPI K-002

PENGARUH PERBANDINGAN KOMPOSISI PELARUT DAN JUMLAH REFLUKS PADA PEMURNIAN GLUKOMANAN DARI ILES-ILES

Fadilah , Dwi Ardiana S, Lintar Ardimas Mukti, Kurnia Candra Sari K8 – K14

RAPI K-003

PENGUJIAN KINERJA MINYAK JARAK MENTAH (CJO) SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI MINYAK TANAH

Takiyah Salim, Wawan Agustina..... K15 – K21

RAPI K-004

PENGARUH JENIS PELARUT TERHADAP RENDEMAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DALAM EKSTRAK MINYAK BEKATUL PADI (RICE BRAN OIL)

Dewi Wahyuningtyas, Astri Nur Fajriyati, Agus Purwanto..... K22 – K27

RAPI K-005

PRODUKSI HIDROGEN DARI GLISEROL DAN AIR SECARA FOTOKATALITIK

Slamet, Setiadi, Eny Kusrini, Anny, Agus Salim A K28 – K34

RAPI K-006

KARAKTERISASI LIMBAH UDANG DELTA MAHAKAM SEBAGAI BAHAN PRODUKSI KITOSAN

Zainal Arifin, Dedy Irawan, Marinda Rahim K35 – K39

RAPI K-007

PENGURANGAN KADAR SULFAT DALAM KARAGENAN SEBAGAI USAHA MENINGKATKAN KUALITAS OLAHAN RUMPUT LAUT JENIS EUCHEUMA COTTONII

Ari Diana S., Fadilah, Sperisa Distantina, Lilis Kistriyani, Ratri Cahyari..... K40 – K47

RAPI K-008

PENGAMBILAN TANIN DARI KULIT KAYU BAKAU DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu)

YC. Danarto, Muljadi , Danis Kartikaningsih, Muhammad Arwan A.B K48 – K55

RAPI K-009

SYNTHESIS OF ZEOLITE A FROM COLLOIDAL SILICA BY ULTRASOUND IRRADIATION TECHNIQUE

Malik Musthofa, Sugeng Triwahyono K56 – K62

RAPI K-010

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR ZAT WARNA DENGAN METHODE ADSORBSI
MENGUNAKAN KARBON AKTIF ARANG BATUBARA (KAAB) SECARA KONTINYU
Kusmiyati, Ikhwan Arif Nadhori, Deni Vitasari K63 – K68

RAPI K-011

ADSORPSI LIMBAH CAIR MENGANDUNG LOGAM Ag MENGGUNAKAN KARBON
AKTIF ARANG BATUBARA (KAAB)
Kusmiyati, Ina Istiqomah, Denny Vitasari K69 – K74

RAPI K-012

ADSORPSI ZAT WARNA VERTIGO BLUE 49 MENGGUNAKAN BOTTOM ASH
SECARA KONTINYU
Denny Vitasari, Anik Khoiriyah, Kusmiyati K75 – K80

RAPI K-013

PENGARUH SUHU PADA EKSTRAKSI BERTAHAP MINYAK KEPOH TERHADAP
BILANGAN ASAM DAN BILANGAN PENYABUNAN
Yoel Pasae, Noor Jalaluddin, Tjodi Harlim, Pirman K81 – K85

RAPI K-014

PENGARUH KONSENTRASI KATALIS ENZIM GLUKOAMILASE (ASPERGILLUS
NIGER) PADA REAKSI SIMULTAN SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI BIOETANOL
DARI SORGUM (SORGHUM BICOLOR L.)
Endah Retno D, Enny K.A, Fadilah, Heny Safitri P, Harum Azizah D K86 – K92

RAPI K-015

STUDI AWAL PEMBUATAN BIOGAS DARI LIMBAH PERTANIAN DAN SAMPAH
PASAR SECARA BATCH
Dewi Astuti Herawati, Hary Sulisty, Siti Syamsyah K93 – K100

RAPI K-016

ETHANOL ELECTRO-OXIDATION ON CARBON SUPPORTED Pt, PtRu AND PtSn
CATALYSTS
Nur Hidayati, Keith Scott K101 – K108

RAPI K-017

Pt/TiO₂ STUDY FOR PHOTOCATALYTIC DECOLOURATION OF
REACTIVE ORANGE 16 DYE
Herry Purnama, TA. Egerton. K109 – K115

RAPI K-018

KONVERSI UMBI ILES-ILES MENJADI BIOETHANOL DENGAN METODE
KONVENSIONAL DAN SSF (SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SECARA SERENTAK)
Kusmiyati, Agus Nur Arifin K116 – K123

RAPI K-019

OPTIMASI CHELATING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI BLEACHING DENGAN
H₂O PADA PULP SOFT-WOOD

Ahmad M. Fuadi K124 – K129

JURUSAN TEKNIK MESIN

RAPI M-001

IMPROVEMENT OF HIGH TEMPERATURE OXIDATION RESISTANCE OF FERRITIC STEEL BY LANTHANUM SPUTTERED COATING FOR SOFCs INTERCONNECT APPLICATIONS

Agus Dwi Anggono, Darwin Sebayang M1 – M7

RAPI M-002

STUDI PERANCANGAN DAN PEMBUATAN BLOK REM KOMPOSIT UNTUK KERETA API

Agus Triono, Andriardi Budiarko, IGN Wiratmaja Puja M8 – M15

RAPI M-003

OPTIMASI DESAIN MESIN SCREW PRESS BUAH-BUAHAN

Halomoan P. Siregar, Agus Triyono M16 – M21

RAPI M-004

PERENCANAAN DAN SIMULASI KINEMATIK JEMBATAN PENGHASIL LISTRIK

Muh Alfatih Hendrawan M22 – M28

RAPI M-005

STUDI PENGARUH TEMPERATUR PEMANASAN MULA BATANG PENGADUK TERHADAP PEMBENTUKAN STRUKTUR GLOBULAR PADA PROSES RHEOCASTING

Eko Surojo, Heru Sukanto, Teguh Triyono, Anzis Kamaludin M29 – M34

RAPI M-006

STUDI NUMERIK ALIRAN SEKUNDER DIDALAM RECTANGULAR ELBOW 90° DENGAN PENAMBAHAN TIGA SUDU PENGARAH

Sutardi, Wawan Aries W, Nadia N, Puspita M35 – M42

RAPI M-007

APLIKASI PARTICLE COUNTER SEDERHANA

Rusdy Malin, Bambang Suryawan, Wardjito, Budihardjo M43 – M45

RAPI M-008

ANALYSIS OF SHRINKAGE DURING HIP JOINT POLYPROPYLENE ACETABULAR CUP PRODUCTION USING INJECTION MOLDING PROCESS

Agung Setyo Darmawan, Galih Angga Wasisa M46 – M51

RAPI M-009

PENGARUH PEMANASAN DAN PERUBAHAN BENTUK PADA KEKUATAN TARIK POLYVINYL CHLORIDE (PVC)

Muhammad Khotibul Umam Hs M52 – M58

RAPI M-010

PENGARUH CARA PENYIMPANAN BIOETHANOL TERHADAP UNJUK KERJA KENDARAAN BERMOTOR

Bagus Anang Nugroho, Prawoto M59 – M63

RAPI M-011

MENINGKATKAN EFISIENSI WAKTU PROSES PENGGANTIAN BEARING RODA BELAKANG KENDARAAN RODA EMPAT DENGAN MENGGUNAKAN SST TBR YL
Ambarwanto Satmoko, Syahril Ardi, Andreas Tanuwijaya..... M64 – M70

RAPI M-012

PENGARUH KEBOCORAN PADA BAGIAN BAWAH PIPA TERHADAP FLUKTUASI PENURUNAN TEKANAN DOWNSTREAM ALIRAN DUA FASE AIR-UDARA PADA PIPA HORIZONTAL
Safrul Hadi, Budi Santoso, Indarto, Khasani M71 – M76

RAPI M-013

APLIKASI SISTEM CERDAS UNTUK DIAGNOSA KERUSAKAN MESIN BERBASIS FITUR SINYAL GETARAN
Achmad Widodo, Angga Dwi Saputra..... M77 – M84

RAPI M-014

PENGUJIAN UNJUK KERJA MESIN PENDINGIN UDARA PADA KENDARAAN RINGAN
Suyitno M85 – M90

RAPI M-015

PENGEMBANGAN PROTOTIPE PARABOLIC SOLAR CONCENTRATOR (PSC) UNTUK PENGGERAK MESIN UAP
Wibawa Endra Juwana..... M91 – M96

RAPI M-016

STUDI PERBANDINGAN CACAT PRODUK HASIL INJEKSI PLASTIK ANTARA CETAKAN BERSALURAN PENDINGIN LURUS DAN CONFORMAL
Bambang Waluyo Febriantoko, Susanto M97 – M104

RAPI M-017

REKAYASA DAN MANUFaktur WOOD PLASTIC COMPOSITES BERPENGUAT SERBUK KAYU JATI BERMATRIK POLIESTER UNTUK INTERIOR PANEL
Agus Hariyanto M105 – M113

RAPI M-018

PENGARUH PENAMBAHAN SALURAN UDARA PEMANAS DENGAN PIPA LURUS PADA TUNGKU BATUBARA TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN
Subroto M114 – M119

RAPI M-019

ANALISIS SIFAT TARIK DAN IMPACT KOMPOSIT SERAT RAMI DENGAN PERLAKUAN ALKALI DALAM WAKTU 2,4,6, DAN 8 JAM BERMATRIK POLIESTER
Pramuko Ilmu Purboputro M120 – M128

RAPI M-020

DESAIN SISTEM DAN TERMAL KOMPOR SUMBU BERBAHAN BAKAR SOLAR
Suharto M129 – M135

RAPI M-021

KAJI EKSPERIMEN POLA ALIRAN PLUG DAN SLUG AIR-UDARA PADA
PIPA MENDATAR

Budi Santoso, Fithroh D. R, Indarto, Deendarlianto, Thomas S. W M136 – M142

RAPI M-022

SIFAT BALISTIK DAN TEKUK METAL MATRIX COMPOSITE DENGAN WOVEN
METODE TWILLED WEAVE, 4 BONDED DAN PLAIN WEAVE.

Sofyan Djamil M143 – M148

RAPI M-023

ANALISIS RAMBATAN KOROSI SUDU JALAN TURBIN UAP PLTU MUARAKARANG
AKIBAT PROSES DIFUSI LARUTAN KLORIN

Sahlan M149 – M155

RAPI M-024

ANALISIS KERUSAKAN METAL DUDUK ROCKER ARM MESIN DIESEL KAPAL
SURYA KENCANA AKIBAT DISLOKASI GARIS DAN KINK BANDS

Sahlan M156 – M161

RAPI M-025

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH COMPRESSION RATIO TERHADAP UNJUK
KERJA MOTOR BENSIN BERBAHAN BAKAR GASOHOL (E10)

Nugrah Rekto Prabowo, Mulyo Subekti M162 – M168

RAPI M-026

PENGARUH POST WELD HEAT TREATMENT (PWHT) TERHADAP STRUKTUR
MIKRO DAN KETANGGUHAN LAS PADA PIPA BAJA LAS SPIRAL ASTM A252

Ipick Setiawan, M. Noer Ilman M169 – M176

RAPI M-027

PENINGKATAN EFISIENSI WATER HEATER POOL BOILING DENGAN INJEKSI
GELEMBUNG UDARA

Sartono Putro M177 – M181

RAPI M-028

PENGARUH VARIASI LAJU ALIRAN UDARA PADA KONDENSOR DAN TEKANAN
PENGISIAN REFRIGERAN UNTUK AC MOBIL

Tri Tjahjono, Marwan Effendy, Suyadi Narto M182 – M189

RAPI M-029

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH CAMPURAN BIODIESEL-SOLAR TERHADAP
KEAUSAN KOMPONEN DAN PEMBENTUKAN DEPOSIT PADA MESIN DIESEL

Prawoto, Ihwan Haryono M190 – M195

RAPI M-030

PENGARUH BAHAN BAKAR DAN DIAMETER NOSEL BRANDER CUTTING
TERHADAP KETEBALAN SLAG

Ahmad Syuhri, Deddi Ervan Syah M196 – M202

RAPI M-031

OPTIMASI PARAMETER PROSES INJECTION MOLDING TERHADAP CACAT
PENYUSUTAN (*SHRINKAGE*) DAN *CYCLE TIME*

Ahmad Syuhri, Muh Thoifur..... M203 – M210

RAPI M-032

ANALISA TEKANAN KONTAK DENGAN METODE ELEMEN HINGGA PADA
SAMBUNGAN TULANG PINGGUL BUATAN *METAL-ON-UHMWPE* DENGAN
ACRYLIC CEMENT

Sugiyanto, M. Tauviqirrahman, C. Ansori, R. Ismail, Jamari M211 – M217

RAPI M-033

ANALISIS ALIRAN DUA FASE (CAIR-UDARA) TERSTRATIFIKASI

Mulyono M218 – M223

RAPI M-034

ANALISA PERFORMA MESIN PENDINGIN DENGAN MENGGUNAKAN MUSIcool
HYDROCARBON REFRIGERANT DARI KILANG MIGAS

Samsudi Raharjo M224 – M227

RAPI M-035

PENGARUH TEMPERATUR, WAKTU PENAHANAN *ARTIFICIAL AGING* TERHADAP
SIFAT-SIFAT MEKANIS PADUAN 50% PISTON BEKAS DAN 50% ADC12 UNTUK
MATERIAL PISTON MOTOR BENSIN

Fuad Abdillah..... M228 – M236

JURUSAN TEKNIK SIPIL

RAPI S-001

LABORATORY SCALE TRIAL FOR COLD-MIX FOAMED ASPHALT

Sri Sunarjono..... S1 – S8

RAPI S-002

PERAN KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI PADA PELAKSANAAN BANGUNAN KONSTRUKSI

Maksum Tanubrata..... S9 – S16

RAPI S-003

ANALISIS PARAMETER KUAT GESER TANAH DENGAN GEOTEXTILE

Anto Budi Listyawan, Sri Widodo..... S17 – S25

RAPI S-004

PENELITIAN EKSPERIMENTAL DAN NUMERIK PERILAKU LENTUR BALOK BAJA

Yosafat Aji Pranata, Engelbertha Noviany Bria Seran S26 – S30

RAPI S-005

PERENCANAAN BAR BENDING SCHEDULE PADA STRUKTUR PIER BETON BERTULANG

Yosafat Aji Pranata, Jhony..... S31 – S35

RAPI S-006

TINJAUAN KEKUATAN DINDING PANEL BETON RINGAN DARI LIMBAH PECAHAN GENTENG

Muhammad Ujianto..... S36 – S43

RAPI S-007

EVALUASI PEMANCANGAN TIANG PANCANG TEKAN PADA BANGUNAN TINGGI

Sentosa Limanto S44 – S49

RAPI S-008

KAJIAN KUALITAS AIR SUNGAI WAY SEPUTIH DENGAN METODE WATER QUALITY INDEX

Rina Febrina S50 – S55

RAPI S-009

KARAKTERISTIK PARAMETER REOLOGI LUMPUR SIDOARJO DAN SIMULASI NUMERIK PENYEBARAN LUMPUR UNTUK PENGEMBANGAN PETA RESIKO BENCANA

Budijanto Widjaja, Ignatius A. Bagus W.P., Enry Kam S56 – S61

RAPI S-010

PENGARUH PEMBUKAAN JALUR LINGKAR UTARA TERHADAP LALULINTAS PERKOTAAN SURAKARTA

Suwardi..... S62 – S69

RAPI S-011

TINJAUAN PENURUNAN KONSOLIDASI DAN TEKANAN PENGEMBANGAN
SUBGRADE JALAN RAYA SAMBI BOYOLALI

Qunik Wiqoyah, Agus Susanto S70 – S78

RAPI S-012

REKAYASA BENTUK GEOMETRIK TULANGAN SENGGANG VERTIKAL
BALOK BETON BERTULANG DAN PERBANDINGAN KEBUTUHAN
BAHAN TULANGAN SENGGANG

Basuki, Budi Setiawan S79 – S88

RAPI S-013

PENGARUH LINTASAN KERETA API PANGGUNG DAN PERTEMUAN JALAN
TERHADAP LALULINTAS SERTA SOLUSINYA DI KOTA SURAKARTA

Gotot Sm, Suwardi S89 – S94

RAPI S-014

EVALUASI KEBUTUHAN PARKIR DAN SULUSINYA PARKIR SEPEDA MOTOR DAN
MOBIL PENUMPANG TERMINAL TIRTONADI DI SURAKARTA

Suwardi..... S95 – S104

RAPI S-015

INVESTIGASI SIFAT FISIS, KUAT GESER DAN KUAT DUKUNG TANAH SAMBI
BOYOLALI

Agus Susanto, Qunik Wiqoyah S105 – S112

RAPI S-016

STUDI PEMANFAATAN SINAR MATAHARI KE RUANG DALAM BANGUNAN

Dimiyati..... S113 – S119

RAPI S-017

PENGARUH PENAMBAHAN TANAH GADONG PADA STABILISASI TANAH
LEMPUNG TANON DENGAN SEMEN

Renaningsih, Anto Budi Listyawan S120 – S126

RAPI S-018

PENGUJIAN KEMAMPUAN LENTUR PELAT LANTAI DENGAN MENGGUNAKAN
TULANGAN BESI WIRE MESH

Aliem Sudjtmiko S127 – S133

RAPI S-019

PENERAPAN TEKNOLOGI SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)
UNTUK PEMBUATAN MODEL DINDING PANEL BETON BERLUBANG

Budi Setiawan, Basuki, Moch. Solikin S134 – S140

RAPI S-020

KEBIJAKAN PEMBANGUNAN TRANSPORTASI PERKOTAAN YANG BERORIENTASI
EFISIENSI ENERGI (BBM)

Zil Hardi Idris..... S141 – S149

RAPI S-021

TEKNOLOGI ALTERNATIF PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN STRUKTUR BETON
BERTULANG AKIBAT AIR LAUT DAN BIOTA LAUT

Henry Hartono S150 – S161

RAPI S-022

PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PABRIK GULA (BLOTONG) SEBAGAI BAHAN
TAMBAH PADA CAMPURAN BETON

Yenny Nurhasanah S162 – S167

RAPI S-023

PERILAKU KEMANG VERTIKAL DAN HORIZONTAL TANAH EKSPANSIF PADA
VARIASI KADAR AIR DAN SURCHARGE

Agus Tugan Sudjianto, Kabul Basah Suryolelono,
Ahmad Rifa'i, Indrasurya B Mochtar S168 – S175

RAPI S-024

PERSEPSI DAN TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA JASA KERETA API PRAMEKS

Ika Setiyaningsih, Renaningsih S176 – S184

RAPI S-025

PENGARUH PENAMBAHAN FILLER SEMEN DAN LAMA RENDAMAN BANJIR
TERHADAP SIFAT DURABILITAS DAN NILAI STRUKTURAL
SPLIT MASTIC ASPHALT

Agus Riyanto S185 – S202

RAPI S-026

PENGARUH RASIO TULANGAN TERHADAP POLA RETAK
DAN KAPASITAS LENTUR PADA PELAT PRACETAK

Erwin Rommel S203 – S210

RAPI S-027

STRATEGI EFISIENSI ENERGI TRANSPORTASI DALAM MENDUKUNG KEBIJAKAN
ENERGI MIX NASIONAL 2025

Muh. Nashir T S211– S217

RAPI S-028

MODEL MOE (MEASUREMENT OF EFFECTIVENESS) PADA PENINGKATAN
INFRASTRUKTUR TRANSPORTASI JALAN

Muh. Nashir T S218 – S222

RAPI S-029

PENGARUH FASADE BANGUNAN TERHADAP KINERJA PENDINGINAN ALAMI
PADA RUANG KULIAH DI UNIVERSITAS BRAWIJAYA, MALANG

Tito Haripradianto, Edi Hari Purwono, Septi Dwi Cahyani S223 – S229

SURAT PERNYATAAN

PENGALIHAN HAK PUBLIKASI

Menyatakan bahwa makalah dengan judul :

1. **PENGOLAHAN LIMBAH CAIR MENGANDUNG ZAT WARNA RHEMAZOL RED 8B DENGAN METODE ADSORPSI MENGGUNAKAN KARBON AKTIF ARANG BATUBARA (KAAB) SECARA KONTINYU** (Kusmiyati , Ikhwan Arif Nadhori , Denny Vitasari)
2. **ADSORPSI LIMBAH CAIR MENGANDUNG LOGAM Ag MENGGUNAKAN KARBON AKTIF ARANG BATUBARA (KAAB).** (Kusmiyati, Ina Istiqomah, Denny Vitasari)
3. **ADSORPSI ZAT WARNA VERTIGO BLUE 49 MENGGUNAKAN BOTTOM ASH SECARA KONTINYU** (Denny Vitasari, Anik Khoiriyah, Kusmiyati)
4. **KONVERSI UMBI ILES-ILES MENJADI BIOETHANOL DENGAN METODE KONVENSIONAL DAN SSF (SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SECARA SERENTAK)** Kusmiyati dan Agus Nur Arifin

merupakan karya ilmiah **Kusmiyati ST,MT, PhD**, dosen Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang dipresentasikan pada **Seminar RAPI IX 2010 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta** . Selanjutnya kami panitia menyetujui hak publikasi pengelektronikannya kepada Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat dan Publikasi Ilmiah di Universitas Muhammadiyah Surakarta (LP2M UMS).

Surakarta, 16/1/2015
Mengetahui,

S. (...Henry Purnama...)



KONVERSI UMBI ILES-ILES MENJADI BIOETHANOL DENGAN METODE KONVENSIONAL DAN SSF (SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SECARA SERENTAK)

Kusmiyati¹ dan Agus Nur Arifin²

^{1,2}Pusat Studi Energi Alternatif, Jurusan Teknik Kimia,
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: rahmadini2009@yahoo.com

Abstrak

*Pertumbuhan penduduk dan industri yang pesat di berbagai negara di dunia telah mendorong meningkatnya penggunaan energi dari fosil. Hal ini merupakan penyebab semakin menipisnya persediaan energi fosil di dunia. Sumber energi terus menipis merupakan penyebab terjadinya krisis energi. Untuk itu perlu ada alternative energy yang bisa menggantikan sumber energi dari fosil. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi pemakaian energy fosil adalah dengan menggunakan energy alternative, salah satu nya adalah bioetanol yang bisa mensubstitusi gasoline (bensin) dan kerosene (minyak tanah). Bioetanol ini diperoleh dari bahan baku pertanian seperti tebu, padi, gandum, jagung, umbi-umbian, bisa juga berasal dari limbah pertanian yang banyak mengandung lignoselulosa seperti jerami padi, kulit jagung, batang pisang dll . Dalam percobaan ini bahan baku yang digunakan adalah umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume).*

*Proses reaksi yang digunakan adalah proses SSF (*Simultan of Saccarification and Fermentation*) yaitu proses sakarifikasi dan fermentasi dilakukan dalam satu reaktor dalam waktu yang sama sehingga umbi terkonversi menjadi gula dan bioetanol secara simultan. Pada tahap awal, bahan baku iles-iles diproses secara konvensional hingga menghasilkan gula cair dan etanol. Sisa umbi iles-iles yang tidak terkonversi menjadi gula di proses secara SSF untuk menghasilkan kembali gula dan bioetanol. Pada proses SSF, mikroorganisme yang digunakan *Aspergillus niger*, *Fusarium Oxysfarum* dan *Saccharomyces Cerevisiae*. Variabel yang dipelajari antara lain pengaruh konsentrasi *Aspergillus niger* dan *Fusarium oxyparum* sebanyak 10%, 20%, 30%, dan 40%.(v/v), dan pengaruh perlakuan awal/pretreatment pada limbah umbi iles-iles sebelum di SSF sedangkan variable tetapnya *S. cerevisiae* 0,8%, suhu 30°C, dan pH 5,5. Hasil penelitian proses konvensional menunjukkan pada perbandingan substrat (1:3, 1:4, 1:5) menghasilkan konsentrasi etanol tertinggi sebesar 6,1% pada perbandingan substrat 1:4. Hal ini menunjukkan bahwa pada perbandingan substrat 1: 4 reaksi hidrolisis berjalan cepat sehingga glukosa yang dihasilkan maksimal. Cairan hasil filtrasi yang mengandung glukosa difermentasi secara konvensional dengan menambahkan *S. cerevisiae* 0,8% dan pH 4,5 ,suhu 30°C menghasilkan konsentrasi etanol sebesar 9,4%. Hasil penelitian SSF, pada variasi *Aspergillus niger* 20% dengan limbah umbi iles-iles yang telah ditreatment diperoleh konsentrasi etanol tertinggi sebesar 1,71% dan tanpa treatment sebesar 1,56%. Sehingga dapat disimpulkan konsentrasi etanol dengan pretreatment lebih baik dibandingkan tanpa ditreatment. Hal ini disebabkan proses pretreatment dapat meningkatkan kadar glukosa pada ampas umbi iles-iles. Sedangkan konsentrasi etanol pada variasi *F. oxyparum* dengan bahan baku non-treatment diperoleh konsentrasi etanol lebih tinggi sebesar 2% dibandingkan dengan bahan baku treatment sebesar 1,7%. Hal ini disebabkan, saat pretreatment telah terbentuk inhibitor yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroba proses fermentasi seperti *furfural* dan *hidroksimetilfurfural*.*

Kata kunci: *umbi iles-iles, SSF, bioetanol, energy alternatif*

Pendahuluan

Pesatnya pertumbuhan penduduk dan industri dunia saat ini mengakibatkan peningkatan penggunaan energi fosil. Hal ini dikarenakan minyak merupakan sumber energi yang utama saat ini (Sun et al., 2002). Akibat penggunaan minyak dari fosil yang sangat besar maka ketersediaan minyak sebagai sumber energy semakin menipis. (Verma et al., 2000). Untuk mengatasi hal tersebut energi alternatif perlu dimanfaatkan secara maksimal, salah satunya biofuel (Sun et al., 2002). Bioetanol sebagai salah satu energi alternatif berpotensi untuk dimanfaatkan

sebagai sumber bahan bakar dalam bidang transportasi yang berfungsi menggantikan bahan bakar bensin/gasoline karena mempunyai karakteristik yang hampir sama.

Bahan baku yang umumnya digunakan untuk memproduksi bioetanol adalah molasses. Bahan pertanian lainnya yang mengandung gula seperti tebu, umbi-umbian, dan lignoselulosa seperti sampah organik dan sisa hasil pertanian juga bisa digunakan sebagai bahan baku bioetanol. Namun, umbi ketela dan jagung merupakan bahan pangan sehingga akan mengganggu ketersediaan bahan pangan. Untuk mengganti ketela, dipilih umbi yang tidak digunakan sebagai bahan pangan yaitu umbi Iles-iles. *Amorphophalus* spp atau Iles-iles mengandung karbohidrat tinggi (lebih dari 70%) sehingga bisa dikonversi menjadi gula dan selanjutnya difermentasi menjadi bioetanol.

Disamping kandungan karbohidrat larut (glukosa dan sukrosa), iles-iles juga mengandung karbohidrat tidak larut (selulosa dan hemiselulosa) yang cukup tinggi (8% dan 43%). Selulosa dan hemiselulosa sulit dipecah menjadi molekul gula. Berdasarkan kajian literature, telah ditemukan metode terbaru dalam bidang fermentasi yaitu metode SSF (*Simultaneous of Saccharification and Fermentation*) yang bisa digunakan untuk merubah selulosa menjadi gula. SSF yaitu gabungan dua reaksi hidrolisis dan fermentasi yang dilaksanakan dalam satu tahap menggunakan campuran beberapa enzim (Ferreira et al., 2010). Para peneliti sebelumnya menyimpulkan bahwa metode SSF lebih menguntungkan daripada metode biasa/konvensional karena dapat meningkatkan jumlah produksi etanol. Hal ini dikarenakan selulosa dapat diuraikan menjadi glukosa menggunakan enzim selulase yang bekerja simultan dengan enzim fermentasi penghasil etanol (Mamma et al., 1995).

Berdasarkan kajian literatur, telah diketahui bahwa jamur *Fusarium oxysporum* (Charilous dan Christakopoulos., 2009, Mamma et al., 1995) dan *Trichoderma reisei* (Fatma et al., 2010, Fujii et al., 2009) dapat menghasilkan enzim selulase dan endoglukosidase yang digunakan untuk mengkonversi selulosa dan hemiselulosa menjadi glukosa. Charilous dan Christakopoulos (2009) mengaplikasikan SSF dengan menggunakan jamur *Fusarium oxysporum* untuk mengkonversi selulosa pada limbah padat *brewer grein* menjadi glukosa yang kemudian diubah menjadi etanol dengan *S. avemitilis*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkonversi umbi iles-iles menjadi etanol dengan metode konvensional dan metode fermentasi SFS menggunakan campuran jamur *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum* dan yeast *Saccaromyces cerevisiae*.

Metode penelitian

Proses pembuatan bioetanol menggunakan iles-iles dengan metode konvensional dan SSF. Pati iles-iles dilikwififikasi dan disakarifikasi terlebih dahulu dengan enzim α amylase dan glukoamilase, kemudian dipisahkan antara padatan dan cairan yang mengandung glukosa. Untuk cairan dikonversi menjadi etanol dengan metode konvensional. Sedangkan padatan dicuci dengan aquadest untuk dikonversi menjadi etanol dengan metode SSF.

A. Persiapan bahan baku

Umbi iles-iles dibersihkan dari tanah yang menempel. Umbi dikupas kulitnya, dan dicuci sampai bersih. Setelah itu, diparut, dipotong dengan ukuran kira-kira 5 cm. Umbi yang telah dipotong kemudian dikeringkan di bawah terik matahari sampai kering selama \pm 2 hari dimana kadar air maksimal 10%. Umbi Iles-iles kering digiling sampai ukuran sekitar 40 mesh, hal ini agar memudahkan pemecahan pati saat hidrolisis. Hasil penggilingan ini bisa disimpan dalam jangka waktu lama sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

B. Peremajaan enzim glukoamilase *A. niger*

Enzim glukoamilase diperoleh dari mikroorganisme *A. niger*. Isolat diinokulasi ke dalam media cair sebanyak 10 ml dalam erlenmeyer 100 ml. Media cair sebelumnya ditutup dengan kapas lalu ditutup lagi dengan aluminium foil dan diseterilisasi dalam autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit. Hasil inokulasi dishaker dengan kecepatan 150 rpm selama 2 hari. Hasil biakan ini selanjutnya dibiakkan dalam media cair 100ml, kemudian dishaker dengan kecepatan 150 rpm selama 7 hari pada suhu 28-30°C.

C. Peremajaan enzim selulase *F. oxysporum*

Mikroorganisme *F. oxysporum* menghasilkan enzim selulase, dimana enzim ini digunakan untuk mengkonversi selulosa menjadi glukosa. Enzim ini diperoleh dengan menginokulasi *F. oxysporum* dari isolat ke dalam media cair 10ml yang ditambahkan suplemen 2% bonggol jagung dan 0,25% kulit gandum dalam erlenmeyer 100 ml. Sebanyak 10 ml media cair dishaker pada 150 rpm dan diinkubasi 2 hari pada suhu 28-30°C. Hasil biakan pertama dibiakkan dalam media yang lebih besar yaitu 100ml yang telah ditambahkan bonggol jagung dan kulit padi. Media cair 100 ml dikondisikan pada pH 6 dan diinkubasi selama 5 hari pada suhu 28-30°C.

D. Hidrolisis Enzim

Hidrolisis terdiri dari reaksi likwififikasi menggunakan enzim α amylase dan sakarifikasi dengan β amylase. Pada reaksi likwififikasi, substrat tepung iles-iles sebanyak 250 g/L diatur pHnya 6, ditambahkan enzim 1,6 ml/kg pati dipanaskan pada suhu 100°C selama 10 jam kemudian suhu 95°C selama 1 jam. Dilanjutkan reaksi sakarifikasi pada suhu 100°C selama 40 jam, dengan pH 6 dan dosis enzim sama dengan likwififikasi. Hasil hidrolisa selanjutnya dipisah antara padatan dan cairan, dimana cairan difermentasi secara konvensional dan padatan difermentasi dengan proses SSF .

E. Pretreatment

Sebelum ampas iles-iles di SSF, dilakukan pretreatment dengan cara menambahkan 1% H₂SO₄ 4 M pada bahan baku dengan rasio padat/cair 50 g/100ml, memanaskan dengan *steam* selama 30 menit pada suhu 121°C tekanan 1 atm.

F. Fermentasi Konvensional dan SSF

Hasil pemisahan hidrolisis yang berupa cairan selanjutnya difermentasi secara konvensional. Cairan yang mengandung glukosa (30% (v/v)), ditambahkan ragi kering *Saccaromyces cerevisiae* sebanyak 0,8% (w/v). Suhu fermentasi diatur 28-30°C dengan pH 4,5. Waktu fermentasi selama 72 jam dimana sampel diambil pada 24,36,48,60 dan 72 jam. Sampel dianalisis kadar glukosa dan etanolnya.

Untuk meningkatkan hasil etanol, dipelajari pengaruh treatment dan non-treatment pada ampas iles-iles sebelum SSF. Ampas iles-iles setelah ditreatment atau tanpa treatment ditambahkan nutrisi diamonium fosfat sebanyak 0,1% (w/v) dan urea sebanyak 0,2% (w/v) dan diautoclave selama 15 menit pada pH 5,5. Setelah itu di SSF menggunakan mikroba *A.niger*, *F. oxyparum*, dan yeast *S. cerevisiae*. Dipelajari pengaruh jumlah mikroba *A. niger* pada variasi 10%, 20%, 30%, dan 40% (v/v) pada *F. oxyparum* tetap 10% (v/v), dan yeast *S. cerevisiae* sebanyak 0,8% (w/v). Juga dipelajari pengaruh jumlah mikroba *F. oxyparum* pada variasi 10%, 20%,30%,40% (v/v) dengan *A. niger* tetap 10% (v/v) dan yeast *S. cerevisiae* 0,8% (w/v).

G. Analisis

Gula reduksi hasil fermentasi di analisis menggunakan metode Somogyi. Tahap pertama, sampel 5 g dilarutkan dalam labu ukur 1000 ml, ambil 200 ml lalu ditambahkan HCl 10 N 4 ml, kemudian dididihkan sampai mendidih pertama. Setelah itu didinginkan dan netralkan menggunakan NaOH. Hasil penetralan dijadikan 100 ml dalam labu ukur. Ambil 1 ml, kemudian ditambahkan 10 ml cooper reagent dan dididihkan dalam waterbath suhu 10°C. Selanjutnya ditambahkan 100 ml H₂SO₄ kemudian dititrasi dengan larutan natrium thiosulfat setelah ditambahkan indikator amilum.

Persamaan Glukosa metode Nelson Somogyi :

$$\text{Kadar glukosa (X)} = \left[\frac{A}{B} \right] (Y) + \left[\frac{1}{B} \right] \quad (2)$$

Keterangan :

X = kadar glukosa (%)

A,B = faktor reagent

Y = volume titran (ml)

Kadar etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi diukur kadarnya menggunakan GC (*Gas Chromatography*). Hasil fermentasi tiap interval 120 jam diambil sebanyak 50 ml untuk dianalisis kadar etanolnya. Sebelumnya, sampel dishaker dengan kecepatan 1000 rpm di rotary shaker selama 15jam.. Cairan hasil shaker kemudian di inject ke dalam GC (Agilent 6890).

Hasil dan Pembahasan

1. Komposisi Umbi Iles-iles

Tepung umbi iles-iles dianalisis komposisi kimianya yang meliputi kadar air, kadar abu, selulosa, hemiselulosa, pati dan lignin, hasil nya ditampilkan pada tabel 1. Umbi iles-iles mengandung kadar pati 71,25%, sedangkan selulosa dan hemiselulosa sebesar 8,54% dan 43,3%. Untuk pati langsung dapat dihidrolisis menjadi glukosa yang dapat dikonversi menjadi etanol, sedangkan selulosa dan hemiselulosa sulit dipecah menjadi glukosa dengan enzim α dan β amilase. Untuk mengubah selulosa dan hemiselulosa yang tinggi pada umbi iles-iles dilakukan dengan penambahan mikroba *F. Oxyparum*.

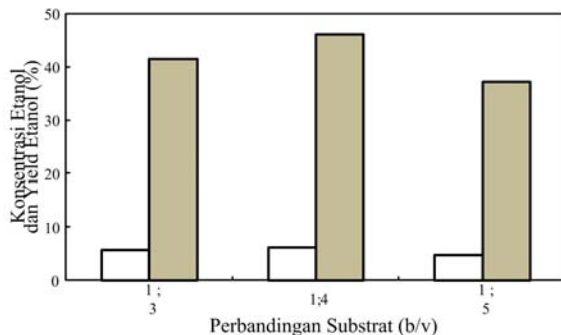
Tabel 1. Komposisi umbi iles-iles kering

No	Parameter	Komposisi (%)
1	Kadar air	8.5
2	Gula total	73.43
3	Selulosa	8.54
4	Hemiselulosa	43.3
5	Serat kasar	5.85
6	Pati	71.25

2. Etanol Dari Fermentasi Konvensional Berbagai Konsentrasi Substrat

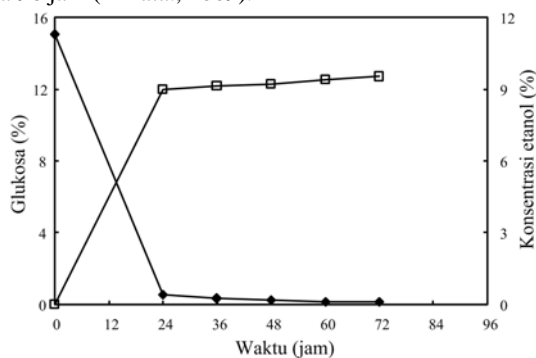
.Langkah pertama, tepung iles-iles di hidrolisis kemudian difermentasi konvensional. Variabel yang dipelajari perbandingan konsentrasi substrat:air yaitu 1:3, 1:4, dan 1:5 m. Etanol yang dihasilkan dari berbagai perbandingan konsentrasi substrat terlihat pada gambar 1. Hasil etanol sebesar 5,7%, 6,1%, dan 4,6% dari rasio berturut-turut 1:3,

1:4,1:5. Sedangkan yield etanol berturut-turut sebesar 41,3%, 46%, dan 37,2%. Perbandingan bahan baku dalam air yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan cepat karena akan membuat reaksi hidrolisis berjalan cepat, karena bila air terlalu sedikit maka memperlambat jalannya reaksi. Menurut Nowak (2000) konsentrasi substrat yang terlalu tinggi (air sedikit) maka jumlah oksigen terlarut sedikit padahal oksigen dibutuhkan oleh *S. cerevisiae* untuk menjaga kehidupan selama proses fermentasi.



Gambar 1. Grafik hasil etanol dan yield etanol dengan variasi perbandingan iles dan air. α amilase 0.16 ml/ 100 g pati kering, T 100C, t 1 jam, pH 6, β amilase 0.16 ml/ 100 g pati kering, T 60 C, t 4 jam, pH 5. Fermentasi menggunakan yeast *S. cerevisiae* 0.8%, pH 4.5, t 72 jam, T 28-30C. Konsentrasi Etanol dengan (□) dan Yield etanol (■)

Konsentrasi etanol (%) dan sisa gula hasil fermentasi sebagai fungsi waktu terlihat pada gambar 2. Cairan yang mengandung gula larut difermentasi menggunakan *S.cerevisiae* 0,8% (b/v) pada suhu 30°C dan pH 4,5. Hasil fermentasi menunjukkan konsentrasi etanol akhir sebesar 9,5% jam ke 72. Konsentrasi etanol meningkat seiring waktu fermentasi yakni jam ke 24 konsentrasi etanolnya sebesar 8,9%, jam ke 36 sebesar 9,1%, jam ke 48 sebesar 9,2%, jam ke 60 sebesar 9,4%, dan jam ke 72 sebesar 9,5%. Meningkatnya konsentrasi etanol disertai dengan penurunan kandungan glukosa. Penurunan glukosa terjadi secara cepat pada awal fermentasi sampai dengan jam ke 24 yakni dari 15% menjadi 0,5%. Hal ini disebabkan mikroba pada jam ke 0 sampai dengan jam ke 24 lebih banyak mengkonsumsi glukosa untuk menghasilkan etanol dibandingkan konsumsi glukosa pada jam ke 24 sampai dengan jam ke 72. Saat jam ke 24 sampai jam ke 72 penurunan glukosa relatif lambat/konstan. Hal ini mengindikasikan bahwa glukosa telah habis dikonsumsi oleh *S. cerevisiae* menjadi etanol. Hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan etanol dari umbi singkong maksimal 8.92%% dengan perlakuan likuifikasi menggunakan α amilase sebanyak 1 ml/kg pati, suhu 90°C, pH 4,8 selama 1 jam, sakarifikasi menggunakan enzim AMG 1,2 ml/kg pati dengan selulase kasar sebanyak 15 U/g pada suhu 50°C, pH 4,8 selama 48 jam dan fermentasi menggunakan *S. cerevisiae* sebanyak 10% pada suhu 30°C, pH 5 selama 96 jam (Arnata., 2009).



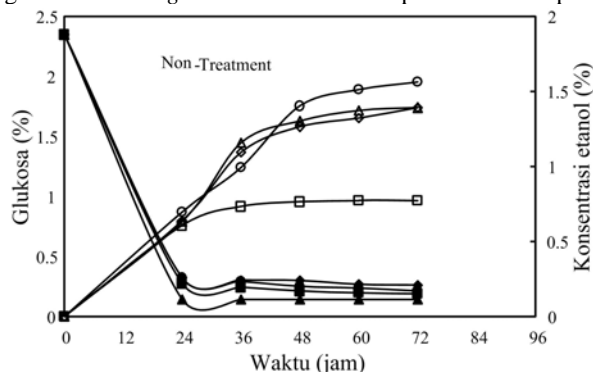
Gambar. 2. Fermentasi cairan metode konvensional. Feed : 300 ml, *S. cerevisiae* : 0,8%, pH : 4,5, T : 30°C, t : 72 jam. Hasil Glukosa (◆) dan Konsentrasi Etanol (□)

3. Fermentasi SSF dari ampas iles-iles

Pada fermentasi tahap II, metode yang digunakan untuk mengkonversi ampas umbi iles-iles adalah metode SSF. Metode SSF ini menggunakan tiga macam mikroba yaitu *A. niger*, *F. oxyparum*, dan *S. cerevisiae*. Penambahan mikroba *A. niger* berfungsi sebagai penghasil enzim amiloglukosidase yang berfungsi untuk menghidrolisis amilopektin menjadi glukosa. *F. oxyparum* berfungsi sebagai penghasil enzim selulase yang digunakan untuk menghidrolisis selulosa menjadi gula sederhana. Selanjutnya glukosa yang diperoleh dari

proses kedua mikroba ini akan difermentasi oleh *S. cerevisiae* menjadi etanol. Variasi yang digunakan pada fermentasi ini adalah variasi konsentrasi *A. niger*, *F. oxyparum*, dan bahan baku treatment atau non-treatment.

3.1. Fermentasi SSF dengan variasi *A. niger* dan bahan baku ampas iles-iles tanpa treatment



Gambar 3. Etanol hasil SSF variasi *A. niger*. Saccaro : 0,8%, Fusarium : 10%, T : 28-30°C, t : 24&72 jam, pH SSF : 5,5, non-treatment. Simbol Glukosa untuk : *A. niger* 10% (◆), *A. niger* 20% (●), *A. niger* 30% (▲), *A. niger* 40% (■) dan konsentrasi Etanol dengan : *A. niger* 10% (◇), *A. niger* 20% (○), *A. niger* 30% (△), *A. niger* 40% (□)

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa pada saat penggunaan *A. niger* 10,20,30,40%, *S. cerevisiae* 0,8%, *F. oxyparum* 10% pada suhu 30°C dan pH 5,5. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa konsentrasi etanol yang tertinggi dihasilkan pada konsentrasi *A. niger* 20% sebesar 1,56% pada jam ke 72. Ini menunjukkan pada konsentrasi *A. niger* kurang dari 20% yakni 10% mikroba tidak sepenuhnya mengkonversi pati menjadi glukosa, sehingga glukosa yang terkonversi menjadi etanol sedikit, sedangkan pada konsentrasi *A. niger* berlebih yakni 30% dan 40% glukosa yang dihasilkan tidak sepenuhnya dikonversi *S. cerevisiae* menjadi etanol melainkan digunakan sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan sel. Pada jam ke 0 sampai jam ke 48 konsentrasi etanol yang dihasilkan meningkat secara cepat, setelah jam ke 48 konsentrasi etanol meningkat secara lambat. Hal ini diakibatkan pada jam ke 0 sampai jam ke 48 glukosa yang dihasilkan dari proses *F. oxyparum* dan *A. niger* telah sepenuhnya dikonversi menjadi etanol oleh *S. cerevisiae*. Sedangkan setelah jam ke 48 glukosa hasil telah habis terkonversi menjadi etanol.

Pada gambar 3. diatas juga menunjukkan penurunan glukosa saat fermentasi. Pada konsentrasi *A. niger* 20% dengan *S. cerevisiae* 0,8%, *F. oxyparum* 10% pada suhu 30°C dan pH 5,5, konsentrasi glukosa pada jam ke 24 sebesar 0,31%, pada jam ke 36 sebesar 0,29%, pada jam ke 48 sebesar 0,25%, pada jam ke 60 sebesar 0,23%, dan pada jam ke 72 sebesar 0,21%. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan glukosa secara cepat pada jam ke 0 sampai dengan jam ke 24, setelah itu glukosa mengalami penurunan yang lambat. Berdasarkan penelitian sebelumnya, Zakpaa et al (2009) memproduksi etanol dari *corncoobs* dengan bantuan *A. niger* sebanyak 10% dan *S. cerevisiae* sebanyak 10% melalui proses SSF dengan kondisi pH 4,0 dan suhu 40°C menghasilkan etanol sebesar 0,64 g/L pada jam ke 24.

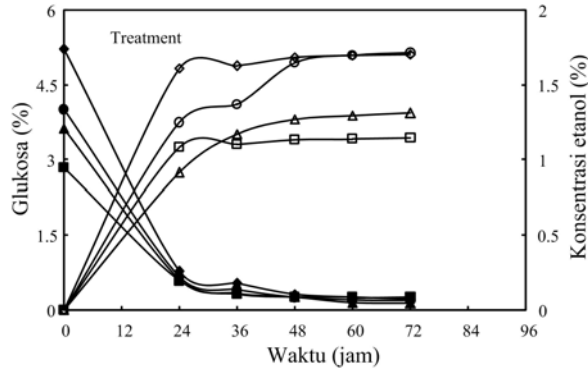
Fermentasi SSF dengan variasi *A. niger* dengan perlakuan bahan baku ampas iles-iles yang ditreatment

Pretreatment merupakan proses yang penting untuk meningkatkan yield glukosa. Pada penelitian ini pretreatment dilakukan dengan menambahkan H₂SO₄ sebanyak 1% dan dipanaskan dengan steam selama 30 menit. Selanjutnya hasil pretreatment akan difermentasi secara SSF dengan variasi *A. niger* 10%, 20%, 30%, 40% dengan yeast *S. cerevisiae* 0,8% dan *F. oxyparum* 10% dengan suhu 30°C dan pH 5,5. Dari gambar 4, didapat konsentrasi etanol tertinggi diperoleh pada konsentrasi *A. niger* 20% sebesar 1,713%. Pada gambar 4 juga memperlihatkan kenaikan konsentrasi etanol yang signifikan pada jam ke 0 sampai jam ke 36, setelah jam ke 36 peningkatan etanol relatif lambat. Hal ini disebabkan glukosa telah terkonversi sepenuhnya menjadi etanol.

Pada proses SSF dengan bahan ampas iles-iles yang ditreatment ini konsentrasi glukosa mengalami penurunan (gambar. 4). Pada konsentrasi *A. niger* 20% konsentrasi glukosa pada jam ke 0 sebesar 2,84%, pada jam ke 24 sebesar 0,58%, pada jam ke 36 sebesar 0,31%, pada jam ke 48 sebesar 0,26%, pada jam ke 60 sebesar 0,251%, dan pada jam ke 72 sebesar 0,25%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada jam ke 0 sampai jam ke 48 konsentrasi glukosa mengalami penurunan yang sangat cepat. Hal ini disebabkan pada fase ini mikroba lebih banyak mengubah glukosa menjadi etanol. Sedangkan konsentrasi glukosa pada jam ke 48 sampai dengan jam ke 72 mengalami penurunan yang lambat disebabkan konsentrasi glukosa pada saat ini telah habis terfermentasi oleh bakteri *S. cerevisiae* (Samsuri et al., 2007).

Konsentrasi etanol yang dihasilkan pada bahan baku ampas iles-iles yang ditreatment lebih tinggi dari konsentrasi etanol dengan bahan baku ampas iles-iles tanpa treatment. Pada bahan baku ampas iles-iles

yang ditreatment konsentrasi etanol yang dihasilkan tertinggi sebesar 1,71% pada *A. niger* 20% jam ke 72, sedangkan pada bahan baku tanpa treatment sebesar 1,56% pada *A. niger* 20% dengan jam yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa saat proses pretreatment ikatan lignin dipecah, sehingga mempermudah penguraian selulosa menjadi glukosa dan hemiselulosa yang terkandung juga ikut terurai menjadi gula sederhana (Sun and Cheng., 2002).

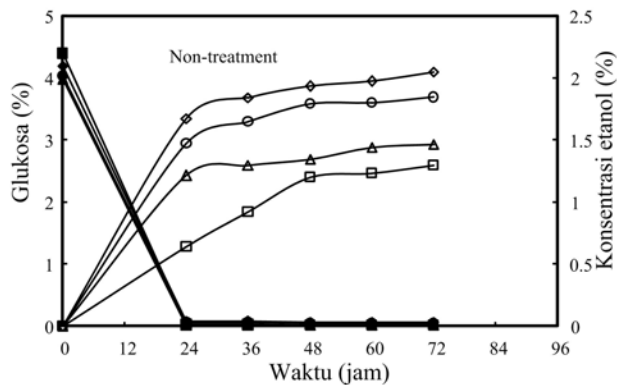


Gambar. 4. Etanol hasil SSF variasi *A. niger* ., *Saccaro* : 0.8%, *Fusarium* : 10%, T : 28-30°C, t : 24&72 jam, pH SSF : 5.5, , Treatment H₂SO₄ : 1%, t : 30 menit. Hasil Glukosa dengan : *A. niger* 10% (◆), *A. niger* 20% (●), *A. niger* 30% (▲), *A. niger* 40% (■) dan Etanol dengan : *A. niger* 10% (◇), *A. niger* 20% (○), *A. niger* 30% (Δ), *A. niger* 40% (□).

3.2. Fermentasi SSF dengan variasi *F. oxyparum* dengan bahan baku non-treatment

Selulosa tidak dapat dikonversi menjadi etanol pada fermentasi konvensional. Untuk memecah selulosa menjadi glukosa dibutuhkan enzim selulase. Mikroba *F. oxyparum* merupakan salah satu penghasil enzim selulase (Charilous dan Chritakopolous, 2009). Gambar 5. menunjukkan konsentrasi etanol dari proses SSF dengan variasi konsentrasi mikroba *F. oxyparum* 10%, 20%, 30%, 40%, dan menambahkan mikroba *S. cerevisiae* 0,8%, *A. niger* 10% pada suhu 30°C dan pH 5.5. Hasilnya pada variasi konsentrasi *F. oxyparum* 20%, konsentrasi etanol yang dihasilkan pada jam ke 24 sebesar 1,47%, pada jam ke 36 sebesar 1,64%, pada jam ke 48 sebesar 1,79%, pada jam ke 60 sebesar 1,80%, dan pada jam ke 72 sebesar 1,84%. Dari hasil konsentrasi etanol diatas, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi etanol tertinggi sebesar 2,05% pada konsentrasi *F. oxyparum* 10% pada jam ke 72. Konsentrasi etanol meningkat dengan cepat pada jam ke 0 sampai jam ke 48, setelah itu peningkatan konsentrasi etanol yang dihasilkan cenderung lambat setelah jam ke 48 sampai jam ke 72.

Penurunan glukosa selama proses fermentasi dapat dilihat pada gambar 5. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa pada variasi konsentrasi *F. oxyparum* 20%, konsentrasi glukosanya pada jam ke 0 sebesar 4,03%, pada jam ke 24 sebesar 0,064%, pada jam ke 36 sebesar 0,055%, pada jam ke 48 sebesar 0,052%, pada jam ke 60 sebesar 0,046% dan pada jam ke 72 sebesar 0,042%.. Hal ini menunjukkan bahwa pada jam ke 0 sampai jam ke 24, konsentrasi glukosa menurun dengan cepat dibandingkan setelah jam ke 24 sampai jam ke 72 dimana glukosa menurun secara lambat.



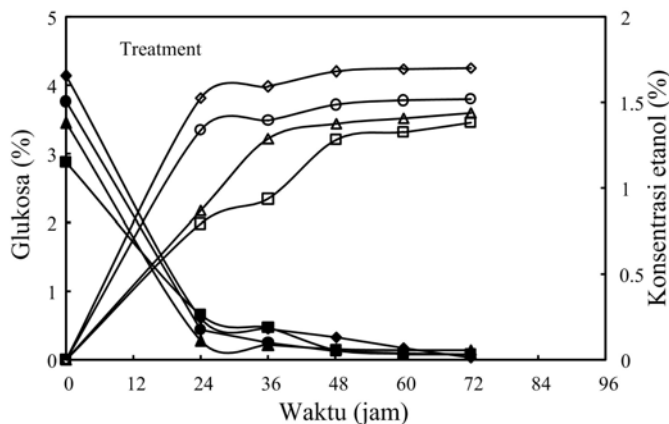
Gambar. 5. Etanol hasil SSF variasi *F.oxyparum* . *Saccaro* : 0.8%, *Fusarium* : 10%, T : 28-30°C, t : 24&72 jam, pH SSF : 5.5, non-treatment. Hasil Glukosa dengan : *F. oxyparum* 10% (◆), *F. oxyparum* 20% (●), *F. oxyparum* 30% (▲), *F. oxyparum* 40% (■) dan Etanol dengan : *F. oxyparum* 10% (◇), *F. oxyparum* 20% (○), *F. oxyparum* 30% (Δ), *F. oxyparum* 40% (□).

3.3. Fermentasi SSF dengan variasi *F. oxyparum* dengan bahan baku treatment

Hasil konsentrasi etanol dengan variasi konsentrasi *F. oxyparum* dengan bahan baku ditreatment terlebih dahulu ditunjukkan pada gambar 6. Saat perlakuan, bahan baku ditreatment dengan menggunakan H₂SO₄ sebanyak 1% dan dipanaskan dengan steam pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm. Proses ini menggunakan *S. cerevisiae* 0,8%, *A. niger* 10%, dan variasi konsentrasi *F. oxyparum* 10%, 20%, 30%, 40%. Proses dikondisikan pada suhu 28-30°C dan pH 5,5. Hasilnya ditunjukkan pada gambar 6. dimana konsentrasi etanol pada konsentrasi *F. oxyparum* 10%, konsentrasi etanol yang dihasilkan pada jam ke 24 sebesar 1,33%, %, pada jam ke 36 sebesar 1,39%, pada jam ke 48 sebesar 1,48%, pada jam ke 60 sebesar 1,51%, dan pada jam ke 72 sebesar 1,52%. Hal ini disebabkan pada konsentrasi *F. oxyparum* berlebih menyebabkan glukosa yang dihasilkan tidak sepenuhnya dikonversi menjadi etanol melainkan digunakan sendiri oleh mikroba untuk pertumbuhan sel. Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa peningkatan glukosa dengan cepat terjadi pada waktu jam ke 0 sampai jam ke 48 dan setelah itu konsentrasi etanol yang dihasilkan cenderung lambat peningkatannya.

Pada gambar 6 juga menunjukkan konsentrasi glukosa selama fermentasi. Pada konsentrasi *F. oxyparum* 10% konsentrasi glukosa pada jam ke 0 sebesar 3,76%, pada jam ke 24 sebesar 0,44%, pada jam ke 36 sebesar 0,25%, pada jam ke 48 sebesar 0,13%, pada jam ke 60 sebesar 0,09% dan pada jam ke 72 sebesar 0,07%. Penurunan glukosa terjadi secara cepat selama fermentasi pada waktu ke 0 sampai jam ke 24 dapat dilihat pada gambar 6. Setelah jam 24 penurunan glukosa menjadi lambat, hal ini disebabkan karena glukosa mulai habis setelah dikonversi menjadi etanol sepenuhnya.

Hasil etanol yang diperoleh pada variasi konsentrasi *F. oxyparum* dari bahan baku non-treatment lebih tinggi yakni sebesar 2% pada konsentrasi *F. oxyparum* 10% saat jam ke 72 dibandingkan bahan baku treatment sebesar 1.7% pada konsentrasi *F. oxyparum* dan jam yang sama. Hal ini disebabkan, saat pretreatment dalam waktu yang lama menyebabkan terbentuknya inhibitor yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroba proses fermentasi seperti furfural dan hidroksimetilfurfural (Palmqvist dan Hahn-Hagerdal, 2000). Lezinou et al (1994) melaporkan bahwa penggunaan mikroba *F.oxyparum* dan *S. cerevisiae* pada pembuatan bioetanol dari batang sorghum menghasilkan etanol 7,5% (w/v) pada suhu 30°C dan pH 5,5.



Gambar. 6. Etanol hasil SSF variasi *F. oxyparum*. Saccaro : 0.8%, Fusarium : 10%, T : 28-30°C, t : 24&72 jam, pH SSF : 5.5, treatment H₂SO₄ : 1%, t : 30 menit. Hasil Glukosa dengan : *F. oxyparum* 10% (◆), *F. oxyparum* 20% (●), *F. oxyparum* 30% (▲), *F. oxyparum* 40% (■) dan Etanol dengan : *F. oxyparum* 10% (◇), *F. oxyparum* 20% (○), *F. oxyparum* 30% (Δ), *F. oxyparum* 40% (□).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa hasil etanol fermentasi cairan glukosa dari umbi iles-iles diperoleh sebesar 9,5%, sedangkan konsentrasi etanol hasil pengaruh substrat perbandingan 1:3, 1:4, 1:4 masing-masing sebesar 6,7%, 6,4%, dan 4,2%. Pada fermentasi SSF dengan pengaruh variasi konsentrasi *A. niger* pada bahan baku non-treatment konsentrasi etanol tertinggi pada konsentrasi *A. niger* 20% sebesar 1,56%, sedangkan pada variasi konsentrasi *A. niger* dengan bahan baku treatment konsentrasi etanol tertinggi pada konsentrasi *A. niger* 20% sebesar 1,71%. Hal ini menunjukkan konsentrasi etanol yang dihasilkan dari proses SSF dengan variasi konsentrasi *A. niger* dan bahan baku yang ditreatment lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi etanol yang dihasilkan dengan bahan baku tanpa treatment. Ini menunjukkan bahwa proses pretreatment dapat meningkatkan konsentrasi glukosa. Pada fermentasi SSF dengan variasi *F. oxyparum* dengan bahan baku tanpa ditreatment konsentrasi etanol tertinggi pada konsentrasi *F. oxyparum* 10% sebesar 2,0%, sedangkan pada variasi konsentrasi *F. oxyparum* dengan bahan baku treatment tertinggi pada konsentrasi *F. oxyparum* 10% sebesar

1,7%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi etanol yang dihasilkan dari bahan baku tanpa ditreatment lebih besar dari konsentrasi etanol yang dihasilkan dari bahan baku treatment dengan variasi *F. oxyparum*. Hal ini disebabkan mungkin pada saat pretreatment telah terbentuk komponen inhibitor yang dapat mengganggu proses fermentasi. Fungsi dari mikroba *A. niger* untuk mendegradasi pati menjadi glukosa, mikroba *F. oxyparum* pada proses ini untuk mengdegradasi hemiselulosa dan selulosa menjadi gula sederhana, dan glukosa yang dihasilkan dari proses kedua mikroba selanjutnya difermentasi oleh *S. cerevisiae* untuk diubah menjadi etanol.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dana dari Program RAPID 2010 Direktorat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat DIKTI (Direktorat Pendidikan Tinggi).

Daftar Pustaka

- Arnata, I. W., (2009) “Pengembangan alternatif teknologi bioproses pembuatan bioetanol dari ubi kayu menggunakan *Trichoderma viride*, *Aspergillus niger*, dan *Saccharomyces cerevisiae*” Magister Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ferreira, v., Faber, M. D., Mesquita, S. S., junior, N. P., (2010) “Simultaneous Saccharification And Fermentation Process of Different Cellulosic Substrats Using A Recombinant *Saccharomyces Cerevisiae* Harboring The β -Glucosidase Gene” *Electronic journal of biotechnology*, Vol. 13., pp. 2.
- Fujii, T., Fang, X., Inoue, H., Marakami, K., Sawayama, S., (2009) “Enzymatic Hydrolyzing Performance of *Aeromonium Cellulolyticus* and *Trichoderma Reesei* Against Three Lignocellulosic Materials” *Biomed central*. Vol. 2., pp. 24.
- Lezinou, V., Christakopolous, P., Kekos, D., Macris, B. J., (1994). “Simultaneous Saccharification and Fermentation of Sweet Sorghum Carbohydrates to Ethanol In A Fed-Batch Process” *Biotechnology letters*., Vol. 16 (2), pp. 983-988.
- Mamma, D., Christakopoulus, P., Koullas, D., Kekos, D., Macris, B. J., Koukios, E., (1995). “An Alternative Approach To The Bioconversion of Sweet Sorghum Carbohydrates To Ethanol”. *Biomass and Bioenergy*., Vol 8, (2)., pp. 99-103.
- Palmqvist, E., Hahn-Hägerdal, B., 2000. Review paper. Fermentation of lignocellulosic hydrolysates. II: inhibitors and mechanisms of inhibition., *Bioresource Technology*, Vol. 74., pp. 25-33.
- Samsuri, M., Gozan, Mardias, R., Baiquni, M., Hermansyah, H., Wijanarko, A., Prasetya, B., Nasikin, M., (2007). “Pemanfaatan Selulosa Bagas Untuk Produksi Etanol Melalui Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak Dengan Enzim Xylanase” *Makara*, Vol. 11., pp.17-24.
- Sumarwoto., (2005). “ Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blueme); Deskripsi dan Sifat-sifat Lainnya”. *Biodiversitas*. Vol. 6. (3), pp. 185-190.
- Sun, Y., Cheng, J., (2002).” Hidrolysis of Lignocellulosic materials for ethanol production: A reviw”. *Bioresource Technology*., Vol. 82., pp. 1-11.
- Verma, G., Nigam, P., Singh, D., Chaudary, K., (2000). “ Bioconversion of Starch to Ethanol in a Single-Step Process by Coculture of Amylolytic Yeasts and *Saccharomyces cerevisiae*”. *Bioresource Technology*., Vol. 72., pp. 261-266.
- Xiros, C., Christakopoulus, P., (2009) “Enhanced Ethanol Production From Brewers Spent Grain by A *Fusarium Oxyparum* Consolidated System” *Biomed central*., Vol. 2., pp.4.
- Zakpa, H. D., Mak-Mensah, E. E., Johnson, F. S., (2009) “Production of Bioethanol From Corncoobs Using *Aspergillus Niger* and *Saccharomyces Cerevisiae* In Simultaneous Saccharification And Fermentation”. *African journal of biotechnology*., Vol. 18., pp. 13.



Universitas Muhammadiyah Surakarta
Fakultas Teknik



RATPI IX 2010

Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri
Simposium Nasional

SERTIFIKAT

Memberikan penghargaan kepada

KUSMIYATI, ST. MT. PhD.

Sebagai

PEMAKALAH

Dalam

**SIMPOSIUM NASIONAL
REKAYASA APLIKASIPERENCANAAN DAN INDUSTRI IX 2010**

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI DAN POTENSI ENERGI UNTUK KESEJAHTERAAN

SURAKARTA, 4 DESEMBER 2010



DEKAN

Ir. AGUS RIYANTO, MT

KETUA PANITIA

Ir. HERRY PURNAMA, M.T., PhD