



PROSIDING SINERGI PANGAN, PAKAN
SEMILAR NASIONAL DAN ENERGI TERBARUKAN (SPRINT 2014)



PROSIDING SEMILAR NASIONAL

Sineri Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan



<http://sprint2014.bpptk.lipi.go.id/>

ISBN 978-602-70784-1-3



9 786027 078413

Sekretariat SPRINT 2014

UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia,
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jalan Yogya – Wonosari Km. 31,5 Gading, Playen, Gunungkidul 55861
Telp: +62 274 392 570, Faks: +62 274 391 168
Web : <http://sprint2014.bpptk.lipi.go.id/>,
email : info.sprint2014@mail.lipi.go.id
Contact Person: Ema Damayanti (081326651392), Yuniar Khasanah (08172848781)



SPRINT 2014

ISBN 978-602-70784-1-3

21-23 Oktober 2014

Eastparc Hotel, Jalan Laksda Adisucipto Km 6,5
Seturan, Yogyakarta



© UNIT PELAKSANA TEKNIS
BALAI PENGEMBANGAN PROSES DAN TEKNOLOGI KIMIA
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
2015

Prosiding Seminar Nasional
Sinergi Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan
21x29,7 cm
ISBN : 978-602-70784-1-3

Sinergi Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan
SPRINT 2014/ Dr. Yudi Pranoto, Dr. Linar Zalinar Udin,
Prof. Sardjono, Prof. Lies Mira Yusiati, Dr. Yantyati Widyastuti,
Dr. Syahrul Aiman, Dr. Hadiyanto
(Dewan Redaksi).

Cetakan Pertama : Januari 2015
Cover & design : Wahyu Anggo R
layout : Vita Taufika R, Ayu Septi A, Ade Erma S, Yuniar K, Wahyu Anggo R

Diterbitkan oleh
UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia,
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jalan Yogya – Wonosari Km. 31,5 Gading, Playen, Gunungkidul 55861
Telp: +62 274 392 570, Facs: +62 274 391 168
Web : <http://bpptk.lipi.go.id/>
email : bpptk@mail.lipi.go.id

PROSIDING



SEMINAR NASIONAL

Sinergi Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan

21-23 Oktober 2014

Eastparc Hotel, Jalan Laksda Adisucipto Km 6,5
Seturan, Yogyakarta

ISBN : 978-602-70784-1-3

Dewan Redaksi

Dr. Yudi Pranoto, Dr. Linar Zalinar Udin, Prof. Sardjono
Prof. Lies Mira Yusiati, Dr. Yantyati Widyastuti,
Dr. Syahrul Aiman, Dr. Hadiyanto

Organized by :

UNIT PELAKSANA TEKNIS
BALAI PENGEMBANGAN PROSES DAN TEKNOLOGI KIMIA
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

Kata Pengantar Ketua Panitia SPRINT 2014

Salam Sejahtera bagi Kita Semua

Atas nama Panitia Pelaksana, kami mengucapkan selamat datang kepada para pembicara, para tamu undangan serta seluruh peserta Seminar Nasional Sinergi Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan 2014.

Sebagai upaya untuk menyelaraskan penguasaan dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pangan, pakan dan energi terbarukan, serta mensinergikan pengembangan riset nasional antara akademisi, peneliti, industri dan pemerintah, UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (UPT BPPTK LIPI) bekerja sama dengan Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) Cabang Yogyakarta, Asosiasi Ahli Nutrisi dan Pakan Indonesia (AINI) dan Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta mengadakan acara Seminar Nasional dan Temu Bisnis Sinergi Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan 2014 (SPRINT 2014) pada tanggal 21 – 23 Oktober 2014 di Eastparc Hotel, Yogyakarta. Menghadirkan beberapa nara sumber yang kompeten di bidang pangan, pakan, energi terbarukan, lingkungan serta kebijakan riset, kegiatan ini dihadiri oleh lebih kurang 180 orang yang terdiri dari tamu undangan serta peserta seminar nasional dan temu bisnis yang berasal dari kalangan pelaku riset (dosen, mahasiswa, peneliti), industri maupun pemerintah. Melalui kegiatan ini diharapkan tidak hanya tercipta sinergi antar peneliti di lembaga litbang, baik pusat maupun daerah namun juga tercipta sinergi penelitian antara bidang pangan, pakan dan energi, terjalin komunikasi yang lebih baik antara pelaku riset dengan pengguna hasil riset (industri) serta pemerintah sebagai regulator, tercipta jalinan kerjasama antar lembaga penelitian sehingga tidak terjadi duplikasi kegiatan penelitian, serta terbentuk forum komunikasi riset – riset yang aktual sehingga terbentuk komunitas riset tertentu yang bermanfaat bagi pembangunan iptek nasional.

Selama masa pendaftaran tercatat lebih dari 150 abstrak diterima oleh Panitia. Abstrak yang mencakup bidang pangan, pakan, energi terbarukan, pertanian peternakan terpadu, lingkungan dan manajemen limbah serta kebijakan-kebijakan terkait pangan, pakan dan energi terbarukan tersebut berasal dari berbagai perguruan tinggi, lembaga penelitian, dan industri yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, mulai dari Sumatera Utara hingga Nusa Tenggara Timur dan Maluku Utara.

Selain itu untuk mendukung program peningkatan pemanfaatan bahan bakar nabati di dalam negeri sesuai dengan target Energi Mix Nasional 2025, pada acara tersebut juga dilaksanakan Mini Workshop Bioetanol dan Pembentukan Forum Komunikasi Bioetanol yang bertujuan untuk menghimpun para peneliti dan pemerhati masalah bioetanol yang berasal dari kalangan akademisi, lembaga penelitian, industri dan LSM ke dalam suatu komunitas guna mewujudkan gerakan bersama untuk menghasilkan proses produksi bioetanol yang efektif, efisien, ekonomis dan ramah lingkungan.

Akhir kata kami mengucapkan terima kasih kepada para pembicara utama, kontributor makalah penunjang, para tamu undangan, para pihak penyandang dana serta seluruh pihak yang telah mendukung kesuksesan acara ini. Semoga Seminar Nasional ini banyak memberikan manfaat bagi kita semua.

Crescentiana Dewi Poeloengasih, MP
Ketua Pelaksana Seminar Nasional SPRINT 2014

Daftar Isi

Kata Pengantar		i
Daftar Isi		ii
Sambutan Deputi Ilmu Pengetahuan Teknik LIPI		ix
Daftar Dewan Redaksi		xi
Rumusan Seminar Nasional dan Temu Bisnis SPRINT 2014		xii
MAKALAH UTAMA		
Perkembangan Teknologi Bioetanol dan Tantangan dalam Riset Energi Terbarukan di Indonesia Dr. Ir. Syahrul Aiman		xiv
MAKALAH PENUNJANG – PRESENTASI ORAL		
PANGAN Bidang bahasan : Rekayasa Proses Pangan		
PGO - 101	Aplikasi Penyimpanan buah Salah dengan Edible Coating <i>Erni Apriyati, Retno Utami H., Nurdeana C. dan Yeyen P.W.</i>	1
PGO - 102	Perilaku Viskositas Larutan Pelapis Kitosan dengan Variasi Konsentrasi Penambahan Aditif <i>Sri Rahayoe, Rochmadi, Wiratni, Siti Syamsiyah, Jhonni Shigiro</i>	6
PGO - 103	Karakteristik Fisikokimia Keripik Singkong (Manihot utilisima Pohl) dengan Aplikasi Edible Coating Carboxymethylcellulose pada Penggorengan Minyak Baru dan Jelantah <i>Danar Praseptiangga, Dyah Eti Maheswari, Nur Her Riyadi Parnanto, S. Minardi, Darsono</i>	12
PGO - 104	Aplikasi Edible Ccoating Pati Tapioka dengan Penambahan Oleoresin Kayu Manis (Cinnamomun burmanii) sebagai Antioksidan Alami pada Sosis Sapi <i>Lia Umi Khasanah, R. Baskara Katri Anandito, Rohula Utami, Maria Resta Sabrina</i>	18
PGO - 105	Mutu Edible Film dari Beberapa Jenis Plasticizer dan Persentase Penambahan Pati Ubikayu <i>Yeyen Prestyaning Wanita dan Purwaningsih</i>	25
PGO - 106	Inovasi Dandang Berteknologi Sirkulasi Uap untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Tempe <i>Achmad Sultoni, Evin Dondri, Herda Pratiwi</i>	32
PGO - 107	Inovasi Dandang dengan Teknologi Poros Bersirip untuk Meningkatkan Efisiensi Pengkukusan pada Pembuatan Tempe <i>Purna Septiaji, Sigit Santoso, Herda Pratiwi, Ganang G. Prakosa, dan Achmad Sultoni</i>	37
PGO - 108	Simulasi Perpindahan Panas pada Proses Sterilisasi Gudeg Kaleng <i>Asep Nurhikmat, Bandul Suratmo, Nursigit Bintoro dan Suharwadji</i>	37
PGO - 111	Modifikasi Pati dengan Menggunakan Ozon Terlarut untuk Memperbaiki Sifat Fisikokimia Tapioka <i>MM. Endah Mulat Satmalawati. Harvadi dan Sardjono</i>	43

PGO - 112	Pengaruh Lama Proses Oksidasi Enzimatis dan Umur Daun terhadap Sifat Kimia dan Sensoris The Daun Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao, L</i>) <i>Supriyanto, Purnomo Darmadji, Aninatul Baidiyah</i>	49
PGO - 113	Karakteristik Fisiko-Kimia Bubuk Susu Kerandang (<i>Canavalia virosa</i>): Pengaruh Penambahan Maltodekstrin dan Suhu Inlet Spray Dryer <i>Titiek F. Djaafar, Umar Santoso dan Anggara Ariestyanta</i>	54
PGO - 114	Aplikasi Tepung Koro Pedang (<i>Canavalia ensiformis</i>) Putih Perlakuan Blansing dan Perendaman pada Pembuatan Donat <i>Agnes-Murdiati, Supriyanto, Pratama Nur Hasan</i>	66
PGO - 115	Pengembangan Produk Jagung Chip Sebagai Alternatif Produk Pangan untuk Pengembangan Usaha Industri Kecil <i>Atris Suyantohadi, Jumeri Lilik Sutiarto, Yul Umzy Pilihan</i>	70
PGO - 116	Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Pemasaran Produk Tortila untuk Pengembangan Agroindustri Kecil Menggunakan Fuzzy Expert System <i>Atris Suyantohadi, Jumeri, Lilik Sutiarto, Mokhammad Ferdianto</i>	76
PGO - 117	Penentuan Konstanta Proses Pengeringan Kinetik Lapis Tipis Sawut Mocaf Secara Mekanis <i>Mukhamad Angwar, Bandul Suratmo, Sutardi, Asep Nurhikmat</i>	82
PGO - 120	Pengaruh Teknik Steam Blasting terhadap Kualitas Gizi pada Pengolahan Kacang Hijau <i>Noer Laily, Alit Pangestu, Galih Kusuma Aji, Sri Peni Wijayanti, Fajar Utami</i>	91
Bidang bahasan : Kimia, Gizi, Pangan Fungsional dan Kesehatan		
PGO - 201	Stabilitas dan Pola Spektrum Pigmen Karotenoid <i>Neurospora Intermedia</i> <i>Sri Priatni</i>	96
PGO - 202	Kandungan Polifenol, Aktivitas Antioksidan, dan Sifat Sensori Minuman Fungsional Teh-Secang Effervescent pada Berbagai Formulasi <i>Puspita Sari, Uswatun Hasanah, Sukatiningsih, dan Giyanto</i>	101
PGO - 203	Potensi Ekstrak Angkak (<i>Monascus Purpureus</i>) sebagai Bahan Antikolesterol <i>Sri Priatni, Sophi Damayanti, Vienna Saraswaty, Diah Ratnaningrum, Marlia Singgih</i>	109
PGO - 204	Sensor Konsentrasi Kalsium dengan Menggunakan Serat Optik Bundel Step Indeks Multiragam <i>Luqman Hakim, Moh. Yasin, Samian</i>	115
PGO - 205	Formulasi Pangan Darurat Berbentuk Food Bars Berbasis Tepung Millet Putih (<i>Panicum miliceum L.</i>) dan Tepung Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) dengan Penambahan Gliserol sebagai Humektan <i>R. Baskara Katri Anandito, Siswanti, Dimas Rahadian A.M. dan Endang Savitri</i>	121
PGO - 206	Kualitas dan Tingkat KEsukaan kakao Intran : Pengaruh Fermentasi dan Penyangraian <i>Retno Utami Hatmi, Purwaningsih dan Erni Apriyati</i>	129
PGO - 207	Potensi Air Kelapa Muda Segar sebagai Minuman Kesehatan Tinggi Kalium dan Rasio Natrium Kalium Rendah <i>Farapti</i>	139
PGO - 208	Tingkat Kesukaan Bakpia dari Beberapa Tingkat Substitusi Tepung Mocaf <i>Purwaningsih, Irawati dan Heni Purwaningsih</i>	144

PGO - 209	Kajian Sifat-Sifat Fisiko-Kimia Senyawa Bioaktif Kolagen yang Diproduksi dari Limbah Tulang Belikat (<i>Os Scapula</i>) Sapi Bali <i>Muhammad Irfan Said, Abdul Wahid Wahab dan Farida Nur Yulianti</i>	150
PGO - 210	Potensi Produk Pangan Fungsional Antidiare dari Edamame (<i>Glycine max</i> (L) Merrill) <i>Nurul Isnaini Fitriyana</i>	155
PGO - 211	Tingkat Kesukaan, Mutu Fisik dan Mutu Giling Beberapa Varietas Unggul Baru Padi Introduksi di Semin, Gunungkidul <i>Erni Apriyati, Sarjiman dan Siti Dewi Indrasari</i>	160
PGO - 212	Pengaruh Penggunaan Natrium Metabisulfit terhadap Warna dan Toksisitas Akut Tepung Tacca (<i>Tacca leontopataloides</i>) <i>Miftakhussolikah, Dini Ariani, Cici Darsih, Mukhamad Angwar, Wardah</i>	165
PGO - 213	Ketahanan Pangan Rumah Tangga Pada Desa Mandiri Pangan di Kabupaten Kampar <i>Rosnita, Roza Yulida, Ahmad Rifai, Arifudin, Shorea Khaswarina</i>	172
PGO - 214	Mutu Tepung Komposit Berbasis Labu Kuning untuk Makanan Pendamping Asi (MPASI) Kaya B-karoten (SNI 01-7111.4-2005) <i>Abubakar, B. Setiawan, S. Rahmawati</i>	179
PGO - 215	Karakteristik Sifat Fisiko-Kimia dan Sifat Organoleptik Beras Analog dengan Fortifikasi Tepung Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis. L</i>) <i>Indah Rodianawati, M. Assagaf, Hamidin Rasulu, Erna R.M Saleh, Marliani</i>	188
PGO - 216	Evaluasi Pengembangan Formula Flakes Dengan Menggunakan Tepung Tempe Terhadap Kandungan Gizi dan Organoleptik <i>Yuniar Khasanah, M. Kurniadi, Umi Laila</i>	195
PGO - 217	Kajian Kandungan Gizi Kedelai Plus Hasil Penanaman di Wilayah Gunungkidul, DIY <i>Dini Ariani dan Harmastini Sukiman</i>	200
PGO - 218	Karakterisasi dan Uji Sifat Organoleptik Telur Ayam Ras Infertile sebagai Telur Komsumsi <i>Sri Anggrahini dan Maisaroh Almunifah</i>	204
PGO - 219	Mutu dan Preferensi Konsumen terhadap Tempe Kedelai dengan Beberapa Presentase Penambahan Beras Hitam Lokal DIY <i>Yeyen Prestyaning Wanita dan Mahargono Kobarsih</i>	209
PGO - 220	Pengaruh Waktu Setelah Penyembelihan Itik Terhadap Karakteristik Sosis Dengan Binder Tepung Kacang Tolo (<i>Vigna unguiculata L. Walp</i>) <i>Sri Kanoni, Sri Naruki, Regina Ratih Ratriningtyas</i>	215
PGO - 221	Potensi Kacang Nagara (<i>Vigna unguiculata spp Cylindrica</i>) untuk Olahan Tempe <i>Rini Hustiany</i>	221
PGO - 222	Permen Karet Berbahan Aktif Lilin Propolis sebagai Pangan Fungsional Pencegah Karies pada Gigi <i>Muhamad Sahlan, Eka Nurin Sharfina Irianto, Radite Tistama, Sri Angky</i>	228
PGO - 223	Pengembangan Ragam Produk Cookies, Flake, Stik, Mie Sorgum: Dalam Rangka Menggerakkan Industri Pangan Sorgum <i>Endang Noerhartati</i>	235
PGO - 224	Karakteristik dan Umur Simpan Minuman Bubuk Kaya Protein Kedelai Hitam (<i>Glycine max L.</i>) dan Ekstrak Antosianin Beras Hitam (<i>Oryza sativa L.</i>) <i>Mary Astuti, Sri Naruki, Enny Purwati Nurlaili, dan Dwi Larasatie Nur Fibri</i>	239

Bidang bahasan : Mikrobiologi dan Keamanan Pangan		
PGO – 301	Pengaruh Penambahan Bakteriosin <i>Lactobacillus</i> sp. Galur SCG 1223 yang Diisolasi dari Susu Sapi terhadap Karakteristik Mikrobiologis Daging Ayam Segar <i>Abubakar dan Sri Usmiati</i>	245
PGO – 302	<i>Escherichia coli</i> strain pathogen pada anak penderita diare <i>Dadik Raharjo, Wahyu Setyarini, Subijanto Marto Sudarmo, Toshio Shirakawa</i>	254
PGO – 303	Pemanfaatan Medan <i>Magnet Extremely Low Frequency</i> (ELF) sebagai Alternatif Sterilisasi <i>Salmonella typhimurium</i> pada Gado – gado <i>Sudarti, Nurhayati, Eka Ruriani, Vonni Triana Hersa</i>	257
PGO – 304	Identifikasi <i>Salmonella</i> sp. Pada Karkas Ayam dari Pasar Tradisional di Surabaya Timur <i>Windra Prayoga, Agustin Krisna Wardani, Dadik Raharjo, Toshio Shirakawa</i>	262
PGO – 306	Intensitas Iradiasi “Gel Mikro” pada Pemanfaatan Ekstrak <i>Averrhoa bilimbi</i> linn sebagai Anti Mikrobial dan Alternatif Pengawet Pangan <i>M. Husain Kamaluddin, Maylina Ilhami Khurniyati, Khulafaur Rosyidin, Musthofa Lutfi</i>	266
PGO - 308	Label Cerdas Pendeteksi Cepat <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Endang Warsiki, Mulyorini Rahayuningsih, Nurul Latifah</i>	272
PGO - 309	Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Substrat untuk Menghasilkan Enzim Selulase menggunakan Jamur <i>Trichoderma reesei</i> dengan Variasi Suhu dan Waktu Inkubasi <i>Ngatirah, Maria Ulfah, Selvi Anggraeni</i>	276
PGO - 310	Potensi Isolat Usar sebagai Kandidat Kapang untuk Proses Pembuatan Inokulum Tempe Kaya Isoflavon <i>Sri Pudjiraharti, T. A. Budiwati, Iyan Sofyan</i>	282
PAKAN Bidang bahasan : Teknologi Pakan Ternak		
PKO – 102	Aktivitas Penghambatan Probiotik dan Biomineral terhadap <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> secara <i>in vitro</i> <i>Lusy Istiqomah, Ade Erma Suryani, Ema Damayanti, Ahmad Sofyan, Anne Nindi Aswari, dan Novita Anggun H</i>	287
PKO – 105	Sinbiotik Bakteri Asam Laktat, Inulin dan Granul Ekstrak Daun Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i> L.) sebagai Agensia Anti Pullorum secara <i>in vitro</i> <i>Hardi Julendra, Dwi Ratih, Ema Damayanti, Madina Nurrohmah, Ari Susilowati</i>	295
Bidang bahasan : Kesehatan Ternak dan Reproduksi		
PKO – 201	Efektivitas Penambahan Vitamin C Dalam Medium Pencucian terhadap Kualitas Sperma Sapi <i>Fifi Afiati, Tulus Maulana, Edy Sophian, Syahrudin Said</i>	299
PKO – 203	Kualitas Spermatozoa dan Indeks Spermatogenesis Setelah Pemberian Ekstrak Buah Merah (<i>Pandanus conoideus</i> Lam) Pada Mencit (<i>Mus musculus</i>) <i>S. Said, F. Afiati dan T. Maulana</i>	304
PKO – 204	Status Spermatogenesis Mencit (<i>Mus musculus</i>) Setelah Pemberian Ekstrak Buah Merah (<i>Pandanus conoideus</i> Lam) <i>Tulus Maulana, Nina Herlina, Fifi Afiati, Syahrudin Said</i>	309
PKO – 205	Potensi Daun Ketela Pohon Segar (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) sebagai Anthelmintic Hayati terhadap Hematologis Kambing Laktasi <i>Salam N. Aritonang dan Elly Roza</i>	314

Bidang bahasan : Produksi dan Sosial Ekonomi Ternak		
PKO – 304	Aspek Sosial Ekonomi Investasi Teknologi Biogas pada Usaha Rumah Tangga Sapi Perah di Kecamatan Getasan Kabupaten Semarang Wiludjeng Roessali, Agus Setiadi, B.Trisetoyo Eddy dan R.S. Rahayu	320
PGO - 305	Produksi dan Komposisi Susu Sapi Perah Peranakan Friesian Holstein yang Disuplementasi 3% Susu Bubuk Afkir pada Masa Awal Laktasi Rochijan, Bugi Rustamadji dan Kustono	325
PGO - 306	Pengaruh Suplementasi Daun Mimba (<i>Azadirachta indica</i> Juss) sebagai Sumber Saponin terhadap Karakteristik Fermentasi Rumen secara <i>in vitro</i> Hendra Herdian, Anton Sucipto, Lusty Istiqomah, dan Andi Febrisiantosa	332
ENERGI TERBARUKAN		
Bidang bahasan : Implementasi dan Efisiensi Energi Terbarukan		
ETO – 102	Karakterisasi Fenotip <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Strain ATCC 9763 dan FNCC 3210 untuk Produksi Bioetanol pada Media Molases Tebu Jayus, Bambang Sugiharto, Nurhayati, Rizky Qoriatul W	337
Bidang bahasan : Teknologi Konversi dan Aplikasi Energi Terbarukan		
ETO – 201	Kajian Awal Instalasi Pembangkit Listrik Biogas Berbahan Baku Tinja Manusia dari WC Komunal di Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo Situbondo Arini Wresta, Aep Saepudin, Dian Andriani	342
ETO – 202	Pemanfaatan Limbah Buah Tomat untuk Produksi Bioetanol oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Muhammad Romli, Heldinnie Gusty Atiqah, Suprihatin	349
ETO – 203	Pemanfaatan Saluran Irigasi sebagai Sumber Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Henny Sudibyo, Anjar Susatyo	356
ETO – 205	Potensi Pemanfaatan Sampah di Pasar Induk Buah dan Sayur Gamping, Sleman, Yogyakarta sebagai Bahan Baku Bioetanol Panji Prihandoko, Wahyu Anggo Rizal	363
ETO – 206	Bioetanol Dari Limbah Jamur Tiram (<i>Pleurotus ostreatus</i> , Jacq.Fr.) Sebagai Energi Alternatif Terbarukan Djumhawan Ratman Permana dan Bambang Prasetya	367
ETO – 209	Produksi Energi untuk Mengurangi Beban Pencemaran Industri Etanol Adi Mulyanto dan Titiresmi	374
Pokok Bahasan : Material dan Alat Pendukung Pemanfaatan Energi Terbarukan		
ETO – 301	Preheating Fuel System untuk Peningkatan Performansi Mesin Motor Berbahan Bakar Bioetanol Ardhy Purwo Nugroho, Moh. Fuad Azhari, Agus Tiyan Susanto, Nita Andriana	382
ETO – 302	Pengurangan Kandungan Kalium dalam Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Boiler Alfonsus Agus Raksodewanto, Agus Kismanto	388
ETO – 303	Desain Pengering Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Agus Kismanto, Alfonsus Agus Raksodewanto	393

PERTANIAN PETERNAKAN TERPADU		
IFS – 001	Analisis Biaya Produksi Sistem Integrasi Ternak Sapi melalui Pemanfaatan Limbah Agroindustri di Kecamatan Kampar, Kabupaten Kampar <i>Evy Maharani, Susy Edwina, Didi Muwardi</i>	398
IFS – 003	Karakter Fenotip Tanaman Stroberi (<i>Fragaria x annanasa</i> “CALIFORNICA”) Hasil Induksi Kolkisin <i>Ganies Riza Aristya, Melin Ayundai, Maria Ulfah dan Budi Setiadi Daryono</i>	403
IFS – 004	Pengaruh Penambahan Kotoran Kambing dan EM4 terhadap C/N Kompos dari Limbah Baglog Jamur Tiram <i>Nur Hidayat, Nur Lailatul Rahmah dan Sakunda Anggarini</i>	408
IFS – 006	Karakteristik dan Tingkat Pengetahuan Petani tentang Sistem Integrasi Sapi dan Kelapa Sawit (SISKA) di Kecamatan Kampar, Kabupaten Kampar <i>Susy Edwina, Evy Maharani, Yusmini, Joko Prestiwo</i>	411
IFS – 007	Penerapan Life Cycle Assessment (LCA) pada Proses Produksi Kentang di Kelompok Tani Kentang – Dieng Wetan, Wonosobo <i>Wahyu Supartono, F. Nina Rahayu, Wagiman</i>	416
IFS – 008	Inovasi Sosial dalam Proses Regenerasi Petani sebagai Prasarat Ketahanan Pangan <i>Sri Fatimah</i>	420
IFS – 011	Pengaruh Pemakaian <i>Chromolaena odorata</i> di dalam Konsentrat terhadap produksi Gas Metana secara in vitro <i>Firsoni</i>	424
LINGKUNGAN DAN MANAJEMEN LIMBAH		
LKO – 003	Biodegradasi dengan Isolat Bakteri Indigen pada Limbah Tekstil Sasirangan Di Banjarmasin <i>Nurbidayah, Endang Suarsini, Utami Sri Hastuti</i>	429
LKO – 001	Kandungan Proksimat dan Serat Hipokotil Bakau (<i>Rhizophora mucronata</i>) dari Hutan Mangrove Kwandang, Gorontalo <i>Fitriany Podungge, Sri Purwaningsih, Tati Nurhayati</i>	434
LKO – 002	Pengaruh Praperlakuan Jerami Padi dan Pencernaan Campuran Dengan Sludge terhadap Kinerja Digester Anaerobik <i>Muhammad Romli, Nizar Zakaria dan Suprihatin</i>	439
KEBIJAKAN – KEBIJAKAN TERKAIT PANGAN, PAKAN DAN ENERGI TERBARUKAN		
KBO – 001	Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula : Kajian ekonomis (Studi Kasus PG Sei Semayang dan PG Kwala Madu, PTPN II Kabupaten Deli Serdang) <i>Siti Mardiana dan Desi Novita</i>	445
MAKALAH PENUNJANG – PRESENTASI POSTER		
PGP – 101	Mie Kering Sorgum sebagai Pangan Sehat dan Bergizi Khas Lamongan (Peluang Usaha Inovatif dan Dampak Ekonomis) <i>Alfian Rizki Romadhoni, Syifaul Fuada, Nunut Novitasari, Diana Nur Fatmawati, Yeyen Ika Kristiana</i>	452
PGP – 102	Penentuan kandungan Asam Folat Tepung Kacang Tunggak (<i>Vigna unguiculata</i>) pada berbagai Metode Penepungan <i>M. Kurniadi, C. D. Poeloengasih, Miftakhussolikah, A.Frediansyah</i>	458
PGP – 103	Optimasi Proses Sterilisasi Rendang Daging dengan Menggunakan Kemasan Retort Pouch <i>Anggita Sari Praharasti, Ervika Rahayu NH, Asep Nurhikmat, Agus Susanto dan Mukhamad Angwar</i>	463

PGP – 201	Observasi Awal pada Pengaruh Bromelin terhadap Hasil Ekstraksi B-Glukan Jamur Tiram (<i>Pleurotus ostreatus</i>) <i>Donowati Tjokrokusumo dan Hardaning Pranamuda</i>	468
PGP – 202	Pengaruh Pemanfaatan Ekstrak Jamur Tiram <i>Pleurotus ostreatus</i> terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Henky Isnawan H., Retno Windya K., Reni Giarni, Muamaludin</i>	473
PGP – 204	Comparison of Nutrient Fresh Oyster Mushroom (<i>Pleurotus ostreatus</i>) with Oyster Mushroom's Healthy Drink <i>Netty Widyastuti dan Donowati Tjokrokusumo</i>	480
PGP – 205	Pengaruh Proses Penggorengan terhadap Mutu dan Tingkat Kesukaan Bayam Krispi <i>Nurdeana C, Retno Utami H, dan Nugroho S</i>	485
PGP – 208	Jalawure Upaya Peningkatan Ekonomi Masyarakat Berbasis Tumbuhan Lokal Guna Menunjang Program Kedaulatan dan Kemandirian Pangan di Garut Selatan – Kabupaten Garut <i>Wardah dan Dini Ariani</i>	490
PGP – 301	Kajian Mikrobiologi Susu Pasteurisasi <i>Widodo Suwito, Utomo Bimo Bekti, Andriani</i>	496
PKP – 103	Pengaruh Suplementasi Daun Sumber Tanin dan Dedak Fermentasi terhadap Karakteristik Fermentasi Rumput Gajah secara <i>in vitro</i> <i>Awistaros Angger Sakti, Ahmad Sofyan, dan Hendra Herdian</i>	500
PKP - 104	Pengaruh Penambahan Inulin dan Granul Ekstrak Daun Mengkudu terhadap Pertumbuhan Probiotik <i>Pediococcus acidilactici</i> R01 dan <i>Salmonella pullorum</i> ATCC 13036 <i>Ema Damayanti, Dwi Ratih, Hardi Julendra, Ari Susilowati, Septi Nur Hayati</i>	505
PKP - 202	Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi Aditif Pakan Organik untuk Meningkatkan Performa dan Kesehatan Ternak <i>Mohammad Faiz Karimy, Ema Damayanti, Ayu Septi Anggraeni, Hendra Herdian, Ade Erma Suryani</i>	511
PKP - 301	Pemanfaatan Kurkuminoid Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb) sebagai Feed Additive pada Ayam Broiler <i>Kartiawati Alipin, Ruhyat Kartasudjana, Kurnia A. Kamil, Moelyono M.W.</i>	515
ETP – 301	Pengaruh Perubahan Lebar Celah terhadap Persamaan Korelasi Konveksi pada Sektor Ellips Model Sungkup AP1000 <i>Nanang Triagung Edi Hermawan</i>	520
IFS – P01	Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Leguminosa Pakan yang Ditanam pada Media Tanam Tanah Bekas Penambangan Batubara dengan Perbaikan Bahan Organik <i>N. Ardiansyah, Sumarsono, E.D. Purbajanti</i>	526
Susunan Panitia Pengarah dan Panitia Pelaksana		527
Daftar Peserta Seminar Nasional SPRINT 2014		528

Sambutan Deputi Ilmu Pengetahuan Teknik Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Pada era abad ke 21 ini dunia dihadapkan pada tantangan bersama untuk meningkatkan taraf hidup umat manusia di satu sisi, serta mempertahankan daya dukung lingkungan untuk menjaga keberlanjutan pembangunan. Kemajuan peradaban umat manusia tidak terlepas dari 3 isu pokok mendasar terkait dengan pangan, energi dan air atau FEW (food – energy – water). Kesenambungan dan kemajuan peradaban berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) tidak akan terjadi tanpa penguatan FEW. Terlebih di era modern saat ini, pertambahan populasi akibat dari peningkatan kesejahteraan dan tingkat harapan hidup umat manusia memicu krisis FEW. Isu ini tidak hanya mendera sebagian negara, tetapi telah menjadi isu global yang membutuhkan penanganan dan perhatian bersama.

LIPI sebagai salah satu lembaga iptek utama di Indonesia memiliki tanggung-jawab untuk turut memecahkan masalah global diatas. Selain berperan aktif sebagai representasi Indonesia di ranah global, LIPI juga wajib berperan aktif mengayomi dan mengkonsolidasikan berbagai kegiatan riset terkait FEW secara nasional. Salah satu manifestasi peran tersebut, LIPI bersama Kementerian Riset dan Teknologi telah menyelenggarakan ASEAN Conference on Science and Technology (CoSAT) 2014 pada 18-20 Agustus 2014 di Bogor. ASEAN CoSAT tahun ini difokuskan pada isu FEW. Penyelenggaraan ini merupakan satu dari rangkaian kegiatan pada ASEAN Science and Technology Week dengan tuan rumah Indonesia. Rangkaian acara dan aktifitas iptek tersebut diharapkan menjadi ajang temu, diskusi dan pemaparan berbagai inovasi terkait dengan isu FEW di kawasan ASEAN.

Diantara 3 isu utama terkait pangan, energi dan air diatas, isu pangan dan energi secara umum masih menjadi masalah pelik di seantero wilayah Indonesia. Kedua isu sangat krusial tidak hanya dari sisi ketersediaan (pasokan dan konsumsi), tetapi juga ketahanan nasional. Dewasa ini perhatian atas ketahanan pangan dan ketahanan energi telah menjadi bagian tak terpisahkan dari isu ketahanan nasional dalam arti luas, lebih dari sekedar bela diri bangsa secara fisik. Ketahanan pangan dan energi secara global telah menjadi realita 'peperangan' dan kompetisi antar negara dan wilayah.

Berbeda dengan peperangan fisik, ketahanan pangan dan energi sangat, dan bahkan murni, bergantung pada tingkat penguasaan atas ilmu pengetahuan dan teknologi. Tanpa bantuan iptek, mustahil diharapkan kemandirian dan berujung pada ketahanan pangan dan energi nasional. Dengan jumlah populasi yang semakin meningkat sebagai konsekuensi peningkatan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat, kebutuhan akan pangan dan energi terus bertambah secara eksponensial, termasuk tuntutan atas kualitas produk yang semakin baik. Pada aspek penguasaan iptek inilah LIPI harus menunjukkan peranannya secara nasional. LIPI harus mampu menjadi penghela gerbong peneliti dan penelitian terkait.

LIPI sejak awal telah memiliki kepedulian tinggi atas iptek yang mendukung teknologi pangan dan energi. Khususnya di dalam lingkup Kedeputan Bidang Ilmu Pengetahuan Teknik (IPT), LIPI melakukan aneka penelitian terkait di Pusat Penelitian Kimia (P2K) di Serpong dan Bandung, Unit Pelayanan Teknis Balai Pengembangan Proses Teknologi Kimia (UPT BPPTK) di Yogyakarta serta Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronika (P2 Telimek) di Bandung. Khususnya UPT BPPTK Yogyakarta memiliki tugas untuk mengembangkan aneka teknologi tepat guna terkait dengan pemrosesan dan rekayasa pangan, pangan fungsional untuk manusia serta pakan ternak.

Penyelenggaraan Seminar Nasional dan Temu Bisnis Sinergi Pangan, Pakan dan Energi (SPRINT) dengan tema “Sinergi Riset dan Aplikasi Teknologi Biokonversi untuk Mendukung Kedaulatan Pangan, Pakan dan Energi di Indonesia” merupakan salah satu langkah untuk mendukung pencapaian kemandirian pembangunan di bidang pangan, pakan dan energi nasional. Dengan adanya kegiatan ini diharapkan terjalin komunikasi, hubungan yang harmonis serta sinergi antara penyedia teknologi dan pengguna teknologi. Sehingga penelitian-penelitian yang ada benar-benar dapat menjawab kebutuhan pemakai. Komunikasi timbal balik antara pelaku penelitian di hulu sampai dengan hilir sangat penting dalam upaya memberikan solusi riil berbasis iptek. Hal ini penting tidak hanya bagi masyarakat pemakai akhir, tetapi juga bagi para peneliti. Aneka tuntutan dan masukan dari pemakai akhir tidak jarang memberikan ide segar dalam proses penciptaan inovasi teknologi. Karena itu ajang seperti SPRINT 2014 sudah seharusnya didukung dan diselenggarakan secara berkesinambungan.

Kami di LIPI berharap seluruh pemangku kepentingan bisa berpartisipasi dan memanfaatkan ajang SPRINT 2014 secara maksimal untuk bersama-sama mencari solusi atas beragam masalah bangsa terkait ketahanan pangan dan energi. Selamat berdiskusi dan semoga bermanfaat bagi kita semua

Dr. Laksana Tri Handoko
Deputi Bidang Ilmu Pengetahuan Teknik
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Daftar Dewan Redaksi

NO	Nama	Sub Tema	Keterangan
1	Dr. Yudi Pranoto	Rekayasa Proses Pangan	Fakultas Teknologi Pertanian UGM
2	Dr. Linar Zalinar Udin	Kimia, Gizi, Pangan Fungsional dan Kesehatan	Pusat Penelitian Kimia LIPI
3	Prof. Sarjono	Mikrobiologi dan Keamanan Pangan	Fakultas Teknologi Pertanian UGM
4	Prof. Lies Mira Yusiati	Pakan, Pertanian peternakan Terpadu	Fakultas Peternakan UGM
5	Dr. Yantyati Widyastuti	Pakan	Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI
6	Dr. Syahrul Aiman	Energi Terbarukan, Kebijakan Pangan, Pakan, dan Energi Terbarukan	Pusat Penelitian Kimia LIPI
7	Dr. Hadiyanto	Energi Terbarukan, Lingkungan dan Manajemen Limbah	Jurusan Teknik Kima Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

RUMUSAN SEMINAR NASIONAL & TEMU BISNIS SINERGI PANGAN, PAKAN DAN ENERGI TERBARUKAN 2014 Yogyakarta, 21-23 Oktober 2014

Tema Seminar : *Sinergi Riset dan Aplikasi Teknologi Biokonversi untuk Mendukung Kedaulatan Pangan, Pakan, dan Energi di Indonesia*

Rumusan

Seminar Nasional dan Temu Bisnis Sinergi Pangan, Pakan dan Energi Terbarukan 2014 (SPRINT 2014) yang dilaksanakan pada hari Selasa - Rabu, tanggal 21-23 Oktober 2014 di Eastparc Hotel, Yogyakarta dan dihadiri oleh sekitar 160 orang yang berasal dari kalangan peneliti, akademisi, pemerhati, pengguna teknologi (industri) dan pemangku kebijakan (pemerintah) di bidang pangan, pakan dan energi menghasilkan hal-hal sebagai berikut :

- 1 Terhimpunnya informasi iptek terkini dalam bidang pangan, pakan, dan energi terbarukan untuk menunjang tercapainya kedaulatan pangan, pakan dan energi terbarukan di Indonesia.
- 2 Terbahasnya berbagai isu aktual dan alternatif pemecahan masalah terkait dalam upaya mewujudkan kemandirian dan kedaulatan pangan, pakan dan energi nasional.
- 3 Terjalinnnya sinergi antara pihak akademisi, industri, dan pemerintah dalam upaya mewujudkan kemandirian dan kedaulatan pangan, pakan dan energi nasional.

Beberapa rumusan dari seminar ini yaitu :

- 1 Guna mewujudkan kemandirian pangan perlu dilakukan penganekaragaman pangan (diversifikasi), sehingga lebih meningkatkan nilai produk melalui rekayasa proses pangan dan dihasilkan pangan yang memiliki masa simpan lebih lama, sehat dan aman dikonsumsi. Selain itu dari lembaga-lembaga yang bergerak di bidang pangan perlu melakukan upaya-upaya lain yang lebih dapat dilihat hasilnya dengan didukung oleh birokrasi melalui perda-perda dari Pemerintah. Proses-proses pangan disepakati dengan memperhatikan proses *Good Manufacturing Practices* dan pemanfaatan limbah pangan untuk bahan baku pakan dan energi.
- 2 Guna mendukung swasembada daging sebagai sumber protein hewani di rekomendasikan pemberian aditif organik. Aditif organik merupakan bahan atau kombinasi bahan yang berasal dari bahan-bahan herbal/organik dan ditambahkan dalam ransum dalam jumlah sedikit untuk memenuhi kebutuhan tertentu, misalnya memacu pertumbuhan, meningkatkan performa dan pencernaan. Namun perlu dikaji lebih dalam terkait ketersediaan bahan baku untuk bahan aditif tersebut. Industri telah menerima dan/atau akan menggunakan produk bioaditif jika sudah memenuhi standar (regulasi) dan memenuhi SOP. Oleh karena itu direkomendasikan untuk membentuk forum bioaditif guna menjembatani kegiatan sinergi antara akademisi, industri dan pemerintah.

- 3 Disepakati mencari sumber-sumber bahan baku untuk bioetanol agar tidak ber-kompetisi dengan bahan untuk pangan dan pakan. Guna meningkatkan efektifitas riset di bidang energi, maka disepakati untuk membentuk forum pemerhati bioetanol di Indonesia, dengan sekretariat UPT BPPTK LIPI Yogyakarta (CP: Bapak Ir. Kismurtono/ m_kismurtono@yahoo.co.id).
- 4 Dalam rangka pemanfaatan hasil riset melalui kegiatan temu bisnis telah terjadi inisiasi hubungan kerjasama antara UPT BPPTK LIPI dengan beberapa perusahaan terkait bidang pangan, pakan dan energi terbarukan, antara lain dengan CV. Pradipta Paramita, Cahaya Visi Indonesia, CV. Mubarak Food dan PT. Acidatama.

Yogyakarta, 22 Oktober 2014

Tim Perumus

Pemanfaatan Limbah Buah Tomat untuk Produksi Bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae*

Muhammad Romli¹⁾ Heldinnie Gusty Atiqah¹⁾ dan Suprihatin¹⁾

¹⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Kotak POS 122, Bogor 16002
Telpon/Fax: 0251-8621974, 8627830, *)Email : mromli@hotmail.com

Abstrak - Sentra-sentra produksi tomat menghasilkan limbah hingga 20-50%. Limbah buah ini hanya mengalami kerusakan fisik dan masih mengandung karbohidrat yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan limbah tomat untuk produksi bioetanol sebagai sumber energi. Praperlakuan hidrolisis enzimatis dilakukan terhadap bahan yang sudah dilumatkan untuk mengkonversi karbohidrat menjadi gula sederhana. Fermentasi dilakukan oleh *Saccharomyces cerevisiae* terhadap hidrolisat steril dalam erlenmeyer 300 mL pada suhu kamar selama 72 jam. Tingkat penggunaan inokulum sebesar 10% dan 15% (v/v) dan penambahan urea dikaji pengaruhnya terhadap kinerja fermentasi, meliputi kadar etanol, biomasa, dan gula sisa yang diukur setiap 12 jam. Hidrolisis dengan enzim selulase sebesar 30 IU/g serat kasar pada suhu 60°C dan pH 5 selama 3 hari menghasilkan hidrolisat sebesar 1.165 L/kg bahan dan meningkatkan gula pereduksi dari 21.6 g/L menjadi 32.6 g/L. Penggunaan 15% inokulum menghasilkan etanol sebesar 1.59%, lebih tinggi dibanding 1.26% pada 10% inokulum. Penambahan urea sebesar 2.5 g/L hidrolisat meningkatkan etanol dari 1.26% menjadi 1.53% pada 10% inokulum dan dari 1.59% menjadi 1.86% pada 15% inokulum. Waktu optimum fermentasi adalah 60 jam dengan tingkat perolehan sebesar 0.49 g etanol/g substrat dan menyisakan gula sebesar 10%.

Kata kunci: Limbah tomat, hidrolisis, enzim selulase, ragi *Saccharomyces cerevisiae*, bioetanol.

Abstract - Tomato production centers generate waste up to 20-50%. The off-spec fruit only suffer physical damage and still contain high carbohydrate. This work aims to evaluate potential use of the tomato waste for production of bioethanol as an energy source. Pretreatment by enzymatic hydrolysis was performed on mashed fruit to convert carbohydrates into simple sugars. Fermentation was carried out by *Saccharomyces cerevisiae* on sterile hydrolyzate in 300 ml erlenmeyer at room temperature for 72 hours. The effects of inoculum level and urea addition on fermentation performance were assessed in terms of ethanol, biomass, and residual sugar concentration measured every 12 hours. Hydrolysis with cellulase enzymes at 30 IU/g of crude fiber at 60 °C and pH 5 for 3 days resulted in a hydrolyzate of 1.165 L/kg material with increased reducing sugar from 21.6 g/L to 32.6 g/L. The use of 15% inoculum produced ethanol of 1.59%, higher compared to 1.26% produced by 10% inoculum. The addition of urea at 2.5 g/L hydrolyzate increased ethanol from 1.26% to 1.53% at 10% inoculum and from 1.59% to 1.86% at 15% inoculum. The optimum fermentation time was 60 hours with the yield of 0.49 g ethanol/g substrate and leaving residual sugar by 10%.

Keywords: Tomato wastes, hydrolysis, cellulose enzyme, *Saccharomyces cerevisiae*, bioethanol

1. PENDAHULUAN

Tomat merupakan produk pertanian yang bersifat mudah rusak (*perishable*) baik secara fisik, kimia maupun biologis, sehingga kuantitas limbah tomat di tingkat petani, sentra produksi, pengepul, dan pedagang cukup tinggi. Tingkat kerusakan buah tomat setelah panen dapat mencapai 20-50% [1]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik [2], potensi limbah tomat sebagai limbah pasar mencapai 115 ton/minggu. Berdasarkan hal inilah diperlukan alternatif pemanfaatan limbah untuk meningkatkan nilai tambahnya dan menekan laju pembuangan limbah ke lingkungan. Mengacu pada kandungan karbohidrat di dalamnya, yaitu sebesar

3.92% [3], limbah buah tomat berpotensi sebagai substrat untuk produksi bioetanol.

Bioetanol menjadi salah satu solusi yang menjanjikan karena merupakan sumber energi alternatif, terutama sebagai bahan bakar pengganti bensin. Permintaan bioetanol juga terus-menerus meningkat. Menurut Fatony [4], terjadi kekurangan pasokan bioetanol sebesar 12170 kL pada tahun 2013, dan kekurangan ini diperkirakan akan semakin meningkat. Hal ini menjadi alasan bahwa pengembangan bioetanol penting dilakukan untuk memenuhi kebutuhan nasional.

Proses produksi bioetanol dari limbah buah tomat dilakukan melalui proses fermentasi anaerob oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Jenis

khamir ini mampu menghasilkan etanol dengan kadar yang cukup tinggi yaitu sekitar 10-15% [5]. Selain itu, khamir *S. cerevisiae* diketahui tahan terhadap kadar alkohol yang tinggi hingga 12-18% (v/v), tahan terhadap kadar gula yang tinggi, dan tetap aktif melakukan fermentasi pada suhu 4-32°C [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan limbah buah tomat sebagai substrat untuk produksi bioethanol menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Secara khusus penelitian melihat pengaruh penggunaan jumlah inokulum dan penambahan nutrisi terhadap kinerja fermentasi. Karena pertimbangan ekonomi dan kemudahan dalam aplikasinya, maka pada penelitian ini khamir yang digunakan adalah ragi roti komersial Fermipan karena mudah diperoleh dan harganya yang relatif murah. Dengan demikian penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan bioethanol dengan bahan dasar limbah buah-buahan, khususnya limbah buah tomat.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan untuk membuat bioethanol dalam penelitian ini yaitu limbah buah tomat yang diperoleh dari Pasar Dramaga Bogor. Khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan adalah ragi roti komersial Fermipan. Enzim selulase diperoleh dari Laboratorium Bioindustri. Nutrien yang digunakan adalah urea teknis. Bahan kimia dan bahan penunjang lainnya yang digunakan antara lain H₂SO₄ 0.325 N, NaOH 1.25 N, etanol 95%, H₂SO₄ pekat, selen, NaOH 40%, H₃BO₃ 4%, indikator menses, H₂SO₄ 0.02 N, fenol 5%, asam 3.5-dinitrosalisilat, Na-K Tartarat, Na-Metabisulfit, HCl 0.1 N, *buffer* fosfat sitrat, CMC, akuades, dan H₂SO₄ 10%. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu fermentor berupa labu erlenmeyer skala 300 ml, leher angsa, erlenmeyer 1000 ml, inkubator, mikro pipet, blender, oven, tabung ulir, kapas, kertas saring *whatman* No.40, autoklaf, termometer, cawan aluminium, cawan porselen, tanur, *hot plate*, saringan 60 mesh, desikator, pipet volumetrik, penangas air, *spektrofotometer* HACH, timbangan analitik, pH meter, alat titrasi, alat distilasi etanol, sentrifugasi, dan piknometer.

Metode

Penyiapan dan Karakterisasi Bahan

Limbah buah tomat dicuci dengan air bersih kemudian dihancurkan dengan menggunakan blender. Setelah halus dan homogen, dilakukan analisis pH awal dan analisis proksimat pada bahan

meliputi uji kadar air, serat kasar, abu, dan protein berdasarkan metode standar AOAC [7] sebagai acuan dalam melakukan penelitian utama. Selanjutnya dilakukan perhitungan total nitrogen (N) dan total karbon (C) mengacu pada prosedur yang dikembangkan oleh JICA [8].

Penentuan Dosis Enzim Selulase dan Hidrolisis

Sebelum melakukan proses hidrolisis, dilakukan uji aktivitas enzim selulase mengacu pada penelitian Derosya [9]. Enzim yang telah diuji aktivitasnya digunakan untuk menghidrolisis bahan dengan beberapa tingkat dosis enzim, yaitu 10 IU, 20 IU, 30 IU, dan 40 IU/g serat kasar. Proses hidrolisis dilakukan dalam inkubator suhu 60°C dengan menambahkan *buffer* fosfat sitrat pH 5 selama 3 hari untuk mengoptimasi kinerja enzim selulase. Hidrolisat tomat yang dihasilkan kemudian dianalisis, meliputi uji total gula [10] dan gula pereduksi [11]. Setelah memperoleh kondisi penambahan jumlah enzim terbaik, hidrolisis dilakukan dalam skala yang lebih besar. Hasil hidrolisis yang diperoleh disaring terlebih dahulu agar diperoleh cairan hidrolisat yang homogen untuk digunakan sebagai media fermentasi.

Penyiapan Inokulum dan Formulasi Media

Sebanyak 0.1 g ragi roti dilarutkan dalam 20 ml akuades pada suhu 30°C. Melalui metode penyiapan tersebut, didapatkan jumlah sel inokulum yang dapat disetarakan dengan jumlah sel inokulum kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* [12]. Pada media yang diperkaya dengan nutrisi, urea ditambahkan untuk mencapai rasio C/N media sebesar 10 [13] yang ditentukan berdasarkan karakteristik nilai C/N limbah.

Fermentasi

Sebanyak 100 ml substrat cair limbah tomat dimasukkan ke dalam fermentor berupa erlenmeyer 300 ml, ditambahkan nutrisi berupa urea sesuai dengan perhitungan rasio C/N dan diatur pH medianya pada 4.8. Media disterilisasi di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah dingin, ditambahkan inokulum ragi roti sebanyak 10% dan 15% dari volume substrat. Fermentasi berlangsung pada kondisi anaerob, dengan cara menutup Erlenmeyer dengan sumbat dan leher angsa yang diisi dengan asam sulfat encer untuk mencegah kontaminasi dari luar. Proses fermentasi dilakukan pada suhu ruang selama 72 jam dengan pengamatan setiap 12 jam terhadap kadar etanol, biomassa kering, dan gula pereduksi sisa. Penentuan kadar etanol dilakukan dengan metode standar AOAC [7], biomassa kering dilakukan melalui sentrifugasi dan pengeringan pada suhu 50°C selama 24 jam, dan gula pereduksi sisa dengan metode Miller [11]. Prinsip uji gula pereduksi adalah dalam suasana alkali gula pereduksi akan mereduksi asam 3,5-dinitrosalisilat

(DNS) membentuk senyawa yang dapat diukur absorbansinya pada panjang gelombang 550 nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan dan Karakterisasi Bahan

Proses pengecilan ukuran terhadap limbah buah tomat yang sudah dicuci dilakukan agar diperoleh substrat yang homogen dan memiliki luas permukaan bahan yang lebih besar sehingga kontak antara bahan dan mikroorganisme dapat berlangsung secara optimum [15]. Sebelum digunakan sebagai media fermentasi, buah tomat yang telah dihaluskan dikarakterisasi terlebih dahulu, meliputi uji kadar air, kadar abu, kadar protein, dan uji kadar serat kasar. Selain itu, dilakukan pula uji pH dan gula pereduksi dalam bahan untuk mengetahui kesesuaian bahan sebagai media fermentasi agar proses fermentasi dapat berlangsung secara optimal. Karakteristik limbah buah tomat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik limbah buah tomat

Parameter	Nilai (% bb)	Literatur (% bb)
Air	95.04 ± 0.01	94.00 [3]
Serat kasar	0.96 ± 0.08	1.10 [16]
Abu	0.34 ± 0.08	-
Protein	0.7 ± 0.2	0.85 [16]
Karbohidrat (by difference)	3.8 ± 0.1	4.20 [3]
pH	4.98	-
Total C	2.47 ± 0.02	-
Total N	0.12 ± 0.04	-

Penentuan Dosis Enzim dan Hidrolisis

Sebelum dilakukan proses hidrolisis limbah buah tomat, terlebih dahulu dilakukan analisis aktivitas enzim selulase yang digunakan. Nilai aktivitas enzim diperlukan untuk menentukan jumlah kebutuhan enzim yang perlu ditambahkan dalam proses konversi bahan (selulosa) menjadi substrat (glukosa) dalam proses hidrolisis. Satu unit enzim selulase adalah 1 µmol produk yang terbentuk dalam 1 menit [12]. Uji aktivitas enzim dilakukan dengan mengacu pada metode penelitian Derosya [9]. Dari uji tersebut diperoleh nilai aktivitas enzim yang digunakan, yaitu sebesar 414 IU/g serat kasar.

Dosis enzim yang dibandingkan yaitu sebesar 10, 20, 30, dan 40 IU/g serat kasar untuk menentukan jumlah optimum enzim yang perlu ditambahkan berdasarkan kadar gula pereduksi dan total gula yang terbentuk. Proses hidrolisis dilakukan selama 72 jam dalam inkubator suhu 60°, yang merupakan suhu optimum pertumbuhan enzim selulase yang digunakan [9]. Waktu hidrolisis ditentukan berdasarkan acuan bahwa jumlah gula hasil hidrolisis terus meningkat dengan

bertambahnya waktu hidrolisis, karena pemutusan ikatan β-1,4-glikosidik pada struktur selulosa. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap total gula dan gula pereduksi, sehingga dapat dihitung derajat polimerisasi (DP) dan nilai *Dextrose Equivalent* (DE) yang menggambarkan derajat konversi selulosa menjadi gula pereduksi. Kadar gula pereduksi, total gula, nilai DE dan DP yang diperoleh dari hasil hidrolisis limbah buah tomat dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan perbandingan hasil hidrolisis dari ketiga dosis enzim tersebut, hidrolisis menggunakan 30 IU enzim selulase menghasilkan nilai DE paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada dosis enzim yang lebih tinggi yaitu 40 IU/g serat kasar, nilai DE justru cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi enzim merupakan faktor penentu tingkat konversi dan memiliki nilai batas maksimum yang bila dilewati menyebabkan proses hidrolisis tidak berlangsung sempurna. Pada kondisi ini enzim selulase tetap melakukan hidrolisis pada selulosa, namun tidak sampai pada pembentukan glukosa, melainkan disakarida berupa selobiosa sehingga menyebabkan peningkatan gula total yang lebih tinggi dibandingkan pembentukan gula pereduksi. Dengan demikian ditentukan bahwa dosis 30 IU/g serat kasar merupakan kondisi paling optimum untuk hidrolisis substrat limbah buah tomat.

Tabel 2 Total gula dan gula pereduksi hasil hidrolisis pada dosis enzim 10–40 IU

Dosis Enzim (IU/g)	Gula pereduksi (g/L)	Total gula (g/L)	DE (%)	DP
10	27.1±0.1	36.0±0.6	75	1.32
20	30.0±0.2	37.5±0.3	80	1.24
30	32.6±0.4	38.6±0.3	84	1.184
40	32.8±0.4	39.8±0.2	82	1.212

Hidrolisat yang diperoleh kemudian diuji kadar gula pereduksinya sebagai acuan dalam melakukan proses fermentasi. Hasil hidrolisis menunjukkan adanya peningkatan kadar gula pereduksi dari 21.6 g/L pada bahan limbah menjadi 32.6 g/L pada hidrolisat.

Pengaruh Penambahan Nutrien

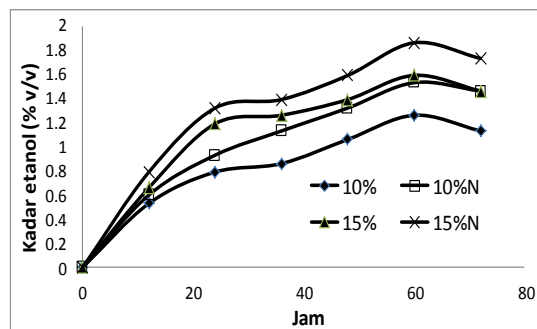
Proses fermentasi etanol tidak hanya membutuhkan glukosa sebagai sumber karbon, namun juga membutuhkan sumber nutrisi pendukung lainnya, terutama sumber nitrogen. Penambahan nutrien yang sesuai akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme, yang berarti juga meningkatkan produksi etanol. Sumber nitrogen yang biasa digunakan dalam proses fermentasi etanol antara lain adalah ekstrak khamir, *corn steep liquor*, ammonium sulfat, urea, protein, ekstrak gandum, dan bahan lainnya yang pada dasarnya memiliki kandungan nitrogen dalam

jumlah tinggi. Pada penelitian ini digunakan urea karena mudah diperoleh dan harganya murah.

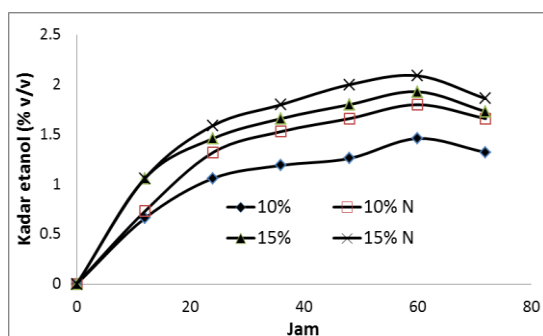
Menurut Syamsu *et al.* [13] nilai rasio C/N yang dibutuhkan sebagai media fermentasi etanol yang baik adalah sebesar 10. Berdasarkan hasil karakterisasi bahan yang menunjukkan konsentrasi C dan N masing-masing sebesar 2.47% dan 0.12% (rasio C/N 20.58), maka diperlukan tambahan urea sekitar 2.5 g/l hidrolisat (bobot N dalam urea adalah 46.7%) untuk menghasilkan media dengan rasio C/N 10.

Fermentasi

Pengaruh jumlah inokulum dan pengayaan nutrisi terhadap kinerja pembentukan etanol dari limbah buah tomat diperlihatkan pada Gambar 1a dan 1b. Pada Gambar 1a fermentasi berlangsung pada kadar gula awal 29 g/l, sedangkan Gambar 1b merupakan ulangan tetapi dengan kadar gula awal yang sedikit lebih tinggi, yaitu 31 mg/l.



a. Kadar gula awal 29 g/l



b. Kadar gula awal 31 g/l

Gambar 1 Profil pembentukan etanol pada kadar gula awal 29 g/l (atas) dan 31 g/l (bawah)

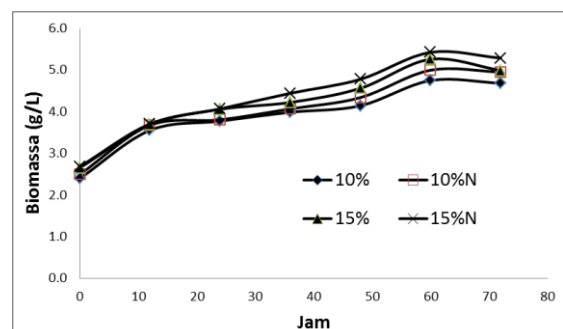
Berdasarkan profil pembentukan etanol selama fermentasi, secara garis besar terlihat bahwa etanol mengalami peningkatan dimulai dari awal pengamatan hingga pada jam ke 60, sedangkan pada waktu fermentasi 72 jam terjadi penurunan kadar etanol. Hasil yang konsisten, yang menunjukkan adanya penurunan konsentrasi etanol pada jam 72 juga terjadi pada *run 2* (Gambar 1b). Hal ini diduga karena adanya proses inhibisi dari

etanol yang dihasilkan. Menurut Clark dan Mackie [17], khamir sangat peka pada etanol ketika konsentrasi etanol telah mencapai 1-2% (v/v) sehingga dapat menghambat proses fermentasi. Pada konsentrasi etanol 10% (v/v), pertumbuhan khamir justru akan berhenti sama sekali. Mengacu pada hasil yang diperoleh, ketika etanol mencapai kadar 1.26–2.09% (v/v) setelah 60 jam fermentasi pada kedua ulangan, maka akan terjadi proses penghambatan.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa perbedaan jumlah inokulum berpengaruh terhadap produksi etanol. Fermentasi dengan menggunakan jumlah inokulum sebesar 15% menghasilkan etanol yang lebih tinggi yaitu 1.59% (v/v) dibandingkan dengan fermentasi dengan 10% inokulum yang hanya menghasilkan kadar etanol sebesar 1.26% (v/v). Hal ini menjelaskan bahwa konsentrasi inokulum sebanyak 10% belum dapat mengkonversi gula secara optimal, sehingga pada konsentrasi inokulum yang lebih tinggi kinerja yang dihasilkan semakin baik.

Perlakuan lainnya yang diamati adalah pengaruh penambahan nutrisi berupa urea dalam media fermentasi. Urea mengandung nitrogen dalam jumlah tinggi, dimana unsur nitrogen diperlukan untuk pemeliharaan sel dan pertumbuhan mikroba. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pengayaan nutrisi melalui penambahan urea dapat meningkatkan kadar etanol dari 1.26% (v/v) menjadi 1.53% (v/v) pada fermentor dengan 10% inokulum. Penambahan urea yang dilakukan pada fermentor dengan 15% inokulum menghasilkan peningkatan kadar etanol dari 1.59% (v/v) menjadi 1.86% (v/v).

Pertumbuhan biomassa merupakan salah satu parameter kinerja yang penting dalam proses fermentasi. Dalam penelitian ini biomassa ditentukan dari pengukuran konsentrasi biomassa kering yang dipisahkan melalui proses sentrifugasi [18]. Gambar pertumbuhan sel berdasarkan biomassa kering antar perlakuan yang dicobakan ditunjukkan pada Gambar 2.

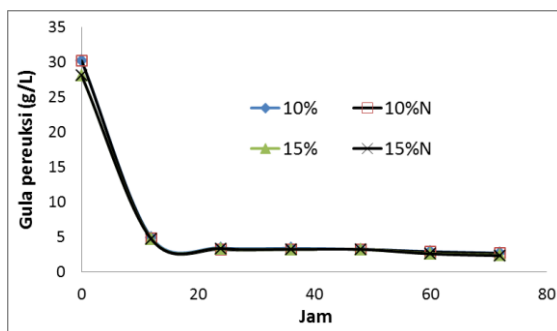


Gambar 2 Grafik pertumbuhan biomassa

Terlihat pada Gambar 2 bahwa selama 12 jam pertama terjadi pertumbuhan biomassa yang

cepat dan tidak memperlihatkan adanya fase *lag* pada semua perlakuan. Meskipun demikian, pada jam-jam selanjutnya penggunaan inokulum dengan jumlah yang lebih tinggi (15%) dan pengayaan media dengan nutrisi menghasilkan laju pertumbuhan sel dan konsentrasi sel maksimum yang sedikit lebih tinggi dibanding dengan inokulum 10% dan tanpa pengayaan nutrisi. Hal inilah yang menyebabkan produksi etanol yang lebih tinggi pada inokulum 15% dan juga pada media yang diperkaya dengan urea sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Dari parameter kadar etanol dan konsentrasi biomassa yang dihasilkan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1 dan 2 dapat disimpulkan bahwa waktu fermentasi optimum untuk produksi etanol dari limbah tomat adalah 60 jam. Fermentasi yang lebih lama menyebabkan terjadinya penurunan kadar etanol dan biomassa. Oleh karena itu, perhitungan nilai parameter kinetika didasarkan pada fermentasi sampai dengan 60 jam.

Gambar 3 memperlihatkan profil penurunan kadar gula selama proses fermentasi. Penurunan yang sangat tajam yaitu dari sekitar 30 g/l menjadi 5 g/l terjadi pada 12 jam pertama fermentasi. Hal ini sejalan dengan pertumbuhan biomassa yang cepat pada awal proses fermentasi. Kadar gula menurun lebih lanjut dengan laju yang sangat rendah pada jam-jam setelahnya hingga mencapai kadar 2.5 g/l pada jam ke 60. Tingkat konsumsi substrat tertinggi terjadi pada perlakuan media dengan pengayaan nutrisi pada tingkat inokulum 15%, yaitu 91%.



Gambar 3 Profil penurunan kadar gula selama fermentasi

Mengacu pada analisis kadar etanol, pertumbuhan biomassa, dan kadar gula pereduksi sisa, dapat ditentukan bahwa jumlah inokulum dan penambahan nutrisi dalam media memiliki pengaruh terhadap hasil fermentasi. Semakin banyak inokulum yang ditambahkan dan penambahan nutrisi berupa urea akan memicu kinerja fermentasi sehingga membentuk hasil yang optimum. Hal ini menjadi dasar bahwa jumlah inokulum 15% dan penambahan urea untuk mencapai rasio C/N 10 pada media merupakan

kombinasi perlakuan paling baik dibandingkan perlakuan lainnya.

Berdasarkan analisis sidik ragam yang dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95%, dihasilkan bahwa lama waktu fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda secara signifikan terhadap kadar etanol, namun tidak terdapat perbedaan antara waktu fermentasi 60 dan 72 jam. Dari sini dapat ditarik kesimpulan bahwa waktu optimum fermentasi hidrolisat limbah tomat menggunakan khamir *S.cerevisiae* untuk produksi etanol adalah 60 jam.

Pada waktu fermentasi optimumnya, khamir *S. cerevisiae* mampu membentuk etanol dengan *yield* sebesar 0.49 ± 0.01 g/g substrat yang dikonsumsi dengan tingkat penggunaan gula $90.7 \pm 0.4\%$. Secara teoritis, dari setiap penggunaan 1 g glukosa akan menghasilkan 0.51 g etanol, namun seringkali konversi ini tidak dapat tercapai 100% karena selama reaksi terjadi pembentukan produk sampingan [19]. Berdasarkan data tersebut, maka efisiensi pembentukan etanol pada perlakuan terbaik cukup tinggi, yaitu 97%.

Kinetika Fermentasi

Pertumbuhan mikrobial ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah massa dan sel, yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan fisik dan kimianya. Pada fase eksponensial, sel telah beradaptasi dengan lingkungannya sehingga sel akan tumbuh dengan cepat. Massa sel dan jumlah sel akan bertambah secara eksponensial, yaitu semua komponen dalam sel tumbuh dengan kecepatan yang sama. Laju pertumbuhan pada fase eksponensial mengikuti persamaan diferensial ordo pertama [20]:

$$\frac{dX}{dt} = \mu X \quad (1)$$

dimana μ adalah laju pertumbuhan spesifik, dan jumlah sel. Dalam fase pertumbuhan eksponensial jumlah sel meningkat sebagai fungsi waktu t dalam fungsi eksponensial:

$$X = X_0 \cdot e^{\mu \cdot t} \text{ atau } \mu = \frac{\ln \frac{X}{X_0}}{t_1 - t_0} \quad (2)$$

dengan X_t dan X_0 adalah jumlah sel (konsentrasi biomassa) pada waktu ke- t dan ke-0.

Parameter lainnya dalam kinetika fermentasi yang menggambarkan efisiensi konversi substrat menjadi biomassa atau produk dan biomassa menghasilkan produk ditunjukkan oleh perolehan biomassa per substrat ($Y_{x/s}$), perolehan produk per substrat ($Y_{p/s}$), serta perolehan produk per biomassa ($Y_{p/x}$):

$$Y_{x/s} = (X - X_0)/(S_0 - S) \quad (3)$$

$$Y_{p/s} = (P - P_0)/(S_0 - S) \quad (4)$$

$$Y_{p/x} = (P - P_0)/(X - X_0) \quad (5)$$

dengan S dan S_0 adalah konsentrasi substrat pada waktu ke-t dan ke-0, dan P dan P_0 adalah konsentrasi produk waktu ke-t dan ke-0.

Biomassa khamir mengalami pertumbuhan eksponensial yang berlangsung hingga jam ke-60. Setelah melewati fase eksponensial, laju pertumbuhan khamir mengalami perlambatan, stagnasi dan kemudian menurun. Perhitungan nilai parameter kinetika menggunakan persamaan (1) – (5) pada kondisi terbaik, yaitu penggunaan 15% inokulum dan C/N 10, menghasilkan laju pertumbuhan spesifik (μ_{maks}) sebesar 0.01 jam⁻¹, $Y_{p/s} = 0.49 \pm 0.01$ g produk/g substrat, $Y_{x/s} = 0.062 \pm 0.001$ g biomassa/g substrat, dan $Y_{p/x} = 7.9 \pm 0.4$ g produk/g biomassa.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Limbah buah tomat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai substrat dalam fermentasi bioetanol dengan melihat pada kandungan karbohidrat awal bahan sebesar $3.8 \pm 0.1\%$. Karbohidrat dikonversi menjadi gula–gula sederhana melalui proses hidrolisis oleh enzim selulase yang dapat meningkatkan kadar gula pereduksi awal dari 21.55 g/L menjadi 33 g/L. Hasil fermentasi menunjukkan bahwa substrat dengan konsentrasi inokulum 15% dapat menghasilkan etanol yang lebih tinggi yaitu 1.59% (v/v) dibandingkan 10% inokulum yang menghasilkan kadar etanol sebesar 1.26% (v/v). Penambahan urea dapat meningkatkan kadar etanol dari 1.26% (v/v) menjadi 1.53% (v/v) pada fermentor yang menggunakan 10% inokulum; sedangkan penambahan urea pada fermentor dengan 15% inokulum menghasilkan peningkatan etanol dari 1.59% (v/v) menjadi 1.86% (v/v). Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa penggunaan 15% inokulum dan penambahan urea untuk mencapai rasio C/N 10 pada media merupakan kombinasi perlakuan terbaik pada fermentasi etanol dengan khamir *S. cerevisiae* pada substrat hidrolisat limbah tomat. Berdasarkan analisis sidik ragam pada tingkat kepercayaan 95%, diketahui bahwa waktu optimum fermentasi adalah 60 jam dengan *yield* etanol sebesar 0.49 ± 0.01 g/g substrat yang dikonsumsi, setara dengan tingkat penggunaan gula 91%.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui kinerja proses fermentasi bila limbah tomat tidak diberi praperlakuan hidrolisis enzimatis untuk lebih menyederhanakan proses produksi.

DAFTAR REFERENSI

- [1] FG. Winarno, **Kimia** Pangan dan Gizi, Gramedia, 1991
- [2] Badan Pusat Statistik, Jakarta dalam Angka 2009, Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta, 2009
- [3] Direktorat Gizi Departemen Kesehatan, Kandungan Gizi dalam 100 gram Buah Tomat, Departemen Kesehatan RI, 1979
- [4] MG. Fatony, Analisis Kelayakan Investasi Proyek Bioetanol di Jawa Timur, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, 2010
- [5] A. Martini, “Biotechnology of natural and winery associated strains of *Saccharomyces cerevisiae*”, *International Microbiology* Vol. 6, 2003, pp. 207-209.
- [6] JS. Harrison and JCJ. Graham, *Yeast in Distillery Practice*, Academic Press, London, 1970
- [7] [AOAC] Association of Official Analytical Chemistry, “Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry”, AOAC International, Washington, 1995
- [8] [JICA] Japan International Cooperation Agency, “Methods of Soil Chemical Analysis”, Dokumen BARISTAN INDAG, Japan International Cooperation Agency (JICA), Bogor, 1978
- [9] V. Derosya, “Sakarifikasi Empulur Sagu (Metroxylon sagu) dengan Konsorsium Enzim Amilolitik dan Holoselulolitik untuk Produksi Bioetanol”, Skripsi pada Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2010
- [10] M. Dubois, KA. Gilles, JK. Hamilton, PA. Rebers, F. Smith, “Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances”, *J Anal Chem*, Vol. 28, No. 3, 1956, pp. 350 – 356
- [11] GI. Miller, “The Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar”, *Anal. Chem.* Vol. 31, No. 3, 1959, pp. 426 – 428
- [12] ID. Suyandra, “Pemanfaatan Hidrolisat Pati Sagu (Metroxylon sp.) Sebagai Sumber Karbon Pada Fermentasi Etanol Oleh *Saccharomyces cerevisiae*”, Skripsi pada Departemen Teknologi Industri Pertanian,

- Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2007
- [13] K. Syamsu, A. Suryani, AM. Fauzi, BWD. Wicaksono, "Optimasi Produksi, Karakterisasi, Aplikasi dan Pengujian Biodegradasi Bioplastik yang Dihasilkan Oleh *Ralstonia eutropha* pada Substrat Hidrolisat Minyak Sawit", Laporan Akhir Penelitian Hibah Bersaing IX. Pusat Penelitian Bioteknologi. IPB, 2003
 - [14] A. Pons, CG. Dussap, JB. Gross, . 1990. Xanthan Bath Fermentation: ompared Performance of A Bubble Coloumn and A Stirred Tank Fermentor. *Bioprocess Eng* Vol. 5, 1990, pp. 107 – 114
 - [15] MA. Kusumaningati, N. Sri, M. Anton, „Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri *Zymomonas mobilis* dan Lama Fermentasi Pada Produksi Etanol dari Sampah Sayur dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya”, Universtas Brawijaya, 2013
 - [16] George Mateljan Foundation, "The World's Healthiest Food", 2007, Diakses dari www.whfoods.org. (15 Juni 2014).
 - [17] T. Clark and KL Mackie, "Fermentation Inhibition in Word Hydrolysates Derived from the Softwood *Pinus radiate*", *J. Chem. Biotechnol.* Vol. 34B, 1984, pp. 101 – 110.
 - [18] FA. Sari, "Pengaruh Jenis Asam pada Hidrolisat Pati Sagu (*Metroxylon* sp.) untuk Pembuatan Etanol, Fateta IPB, 2009
 - [19] MA. Amerine, HW. Berg, RE. Kunkee, CS. Ough, VI. Singleton, AD. Webb, "Technology of Wine Making", The AVI Publishing Co. Inc, Conneticut, 1987
 - [20] ML. Shuler, and KF. Kargi, "Bioprocess Engineering Basic Concepts", Prentice Hall, New Jersey, 1992
 - [21] PF. Stanbury and A. Whitaker, "Principles of Fermentation Technology", New York: Pergamon Press, New York, 1993

Notulensi Diskusi:

ETO-202, Muhammad Romli dkk, Pemanfaatan Limbah Buah Tomat untuk Produksi Bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae*

- **Tanya:** Etanol yang dihasilkan dari penelitian Bapak kadarnya 1-2%, padahal dalam pembuatan tape etanolnya >2%, sedang efisiensi substrat sampai 90%. Mohon konfirmasinya ada kejadian apa dalam bahan yang digunakan apakah terlalu tinggi nitrogennya atau seperti apa? (Nur Hidayat)
- Jawab:** Substrat 91% sudah digunakan sehingga glukosa sedikit, bukan karena etanol yang sedikit. hal-hal lain yang dapat menyebabkan etanol sedikit akan dilakukan

penelitian lanjutan. Penelitian ini baru tahap awal untuk nilai ekonomisnya belum dikaji.

- **Tanya:** Penelitian ini menggunakan *Saccharomyces cerevisie*, jika yang dihasilkan etanolnya 1% untuk industry bioetanol masih kurang layak. Kenapa tidak menggunakan *Sicomonas* yang mungkin kemampuannya lebih tinggi? (Nur Hidayat)

Jawab: Kami menggunakan *Saccharomyces cerevisie* karena mudah diperoleh, mudah digunakan/dibiakkan dan murah.