

PROSIDING



SEMINAR NASIONAL INTEGRASI PROSES 2014 JURUSAN TEKNIK KIMIA

27 November 2014
Gedung COE Petrokimia BANTEN

Diselenggarakan oleh :

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
ISSN 2088-6756

Didukung oleh :



Disponsori oleh :

 **PT. NEW MODULE INTERNATIONAL**
SCIENTIFIC TECHNICAL SUPPLIES

 **Chandra Asri**
Petrochemical

 **NIPPON**
SHOKUBAI

KATA PENGANTAR

Departemen Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan bangga mempersembahkan buku prosiding yang berisi kumpulan hasil penelitian yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Integrasi Proses (SNIP) tahun 2014 dengan tema **“Pengembangan Penelitian dan Aplikasi Teknologi Integrasi Proses untuk Industri Kimia Indonesia”**. SNIP 2014 dilaksanakan di Gedung Center of Excellence (CoE), Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) pada tanggal 27 November 2014.

Dewasa ini, perkembangan proses produksi serta semakin bertambahnya jumlah industri kimia menyebabkan semakin tingginya kebutuhan akan energi. Jika kebutuhan energi tidak terpenuhi maka proses produksi akan terhambat. Oleh karena itu, diperlukan penelitian dan aplikasi teknologi dalam penyediaan dan penghematan energi. Pemerintah Indonesia dalam PP No. 70 Tahun 2009 tentang Konversi Energi menyatakan bahwa penghematan energi yang mencakup seluruh tahap pengelolaan energi (penyediaan energi, pengusahaan energi dan konservasi sumber daya energi) adalah tanggung jawab kita bersama.

Seminar Nasional Integrasi Proses (SNIP) 2014 mengundang mahasiswa, dosen, peneliti, praktisi dan industri untuk ikut serta dalam menyelesaikan masalah energi pada proses industri kimia di Indonesia. Acara ini terdiri dari dua sesi yaitu sesi 1 : Talk Show Keynote Speaker dan sesi 2 : Diskusi Paralel. Pada sesi 1, Talk Show dilaksanakan di aula utama dengan Keynote Speaker dari Akademisi (Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA - Guru Besar Universitas Indonesia), Praktisi (Ir. Helmilus Moesa – General Manager Process & Technology, PT. Chandra Asri Tbk.) dan Kementrian (Ir. M. Khayam – Direktur Industri Kimia Dasar Kementrian Perindustrian). Pada sesi 2, peserta mempresentasikan makalah yang dibagi dalam 3 (tiga) bidang yaitu Energi, Proses Industri Kimia dan Pengolahan Limbah & Air.

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada para peserta dan pihak sponsor yang berkontribusi pada acara ini serta apresiasi yang setinggi – tingginya kepada panitia pelaksana atas komitmen dari awal sampai akhir pelaksanaan seminar. Kami berharap seminar ini dapat berlangsung secara sukses dan para peserta mendapatkan pengalaman dan pengetahuan yang baru untuk memperkaya khasanah keilmuan. Marilah kita memanfaatkan momentum ini untuk berbagi ilmu, memperluas jaringan dan diskusi bersama. Salam sukses.

Terimakasih

Dr. Indar Kustiningsih, S.T., M.T.
Ketua Pelaksana Seminar Nasional Integrasi Proses 2014

ORGANISASI

Pengarah:

Kurnia Nugraha, S.T., M.T. (Dekan Fakultas Teknik UNTIRTA)
 Dr. Fatah Sulaiman, S.T., M.T.
 Dr. Yeyen Maryani, S.Si, M.Si
 Rudi Hartono, S.T., M.T

Penanggung Jawab:

Dr-Ing. Anton Irawan, S.T., M.T.

Pelaksana:

Ketua Pelaksana : Dr. Indar Kustiningsih, S.T., M.T.

Sekretaris : Iqbal Syaichurrozi, S.T., M.T.

Bendahara : Wardalia, S.T., M.T.

Bidang Acara : Nufus Kanani, S.T., M.T.
 Meri Yulvianti, S.Pd., M.Si.
 Widya Ernayati, S.Si., M.Si.
 Marta Pramudita, S.T., M.T.

Perlengkapan dan Dokumentasi : Rusdi, S.T., M.T.

Publikasi dan Prosiding : Agus Rochmat, S.Si., M.Farm.
 Heri Heriyanto, S.T., M.Eng.

Sponsorship : Jayanudin, S.T., M.Eng.
 Rudi Hartono, S.T., M.T

Konsumsi : Dhena Ria Barleany, S.T., M.Eng.
 Denni Kartika Sari, S.T., M.T.
 Retno Sulistyoyo, S.T., M.Eng.

Reviewer:

Prof. Dr. Ir. Slamet, M.T. (UI)
 Dr. Yogi Wibisono Budhi, S.T., M.T. (ITB)
 Dr-Ing. Anton Irawan, S.T., M.T. (UNTIRTA)
 Dr. Fatah Sulaiman, S.T., M.T. (UNTIRTA)
 Dr. Yeyen Maryani, M.Si (UNTIRTA)

TOPIK

Seminar Nasional Integrasi Proses (SNIP) 2014 terdiri dari 13 topik yang dikelompokkan dalam 3 bidang, yaitu:

Bidang I (Energi)

- Teknologi Energi Konvensional
- Teknologi Baru Terbarukan
- Termodinamika

Bidang II (Proses Industri Kimia)

- Optimasi Proses
- Pemodelan dan Simulasi Proses
- Keselamatan Proses
- Pengembangan Proses Berkelanjutan
- Evaluasi Operasional dan Troubleshooting Pabrik Proses
- Teknologi Bahan
- Kinetika Katalisa dan Reaktor Kimia
- Inovasi Rekayasa Proses dan Produk

Bidang III (Pengolahan Limbah dan Air)

- Teknologi Pengolahan Limbah dan Air
- Bioproses dan Bioteknologi

KEYNOTE SPEAKERS

Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA

Guru Besar Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia



Prof. Widodo berpengalaman selama 28 tahun dalam pendidikan teknik kimia dengan fokus riset "*Sustainable Energy System Modelling and Policy Analysis*" dan "*Nanomaterials for sustainable energy technology*". Beliau telah meluluskan 14 doktor dan lebih dari 50 master serta sedang membimbing 7 mahasiswa S-3. Beliau memiliki lebih dari 100 jurnal saintifik yang telah dipublikasikan dan 2 buku ilmiah yang telah diterbitkan. Saat ini, beliau aktif sebagai Anggota Komisi Penilaian AMDAL Pusat (Tim Teknis Migas, KLH), Anggota Dewan Riset (Komisi Teknis Energi) dan Associate Editor Journal natural Gas Science and Engineering (JNGSE)-Elsevier. Selain itu, beliau juga menjadi senior member dalam American Institute of Chemical Engineers (AIChE) sejak 1990 dan Anggota Asosiasi BKKPII. Penghargaan bergengsi yang pernah beliau dapat diantaranya Ketua Jurusan Berprestasi Tingkat Nasional 2012 – DIKTI, ChemEng Award 2014 – BKKPII, Excellent Teaching Award 2014 – Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Ir. Helmilus Moesa

General Manager Process and Technology PT. Chandra Asri Tbk.



Ir. Helmilus lebih dari 25 tahun dalam bidang *Operation, Process Technology* dan *Business Development* pada industri petrokimia (*Petrochemical industry*). Beliau menjadi Secretary of ROPTC (Regional Olefin Producer Technical Committee) South East Asia Region dari tahun 2005 sampai 2006, dan menjadi Chairman of ROPTC dari tahun 2014 sampai 2015. Sejak tahun 2001 hingga sekarang, beliau menduduki posisi – posisi strategis diantaranya General Manager Operation PT. Chandra Asri (2001 – 2007), General Manager Process Technology PT. Chandra Asri (2008 – 2014) dan Technical Advisor Business and Project Development PT. Chandra Asri Petrochemical (2014 – sekarang). Beliau memiliki banyak pengalaman training diantaranya Ammonia Plant Operation Training oleh Licensor MW. Kellogg (Houston-Texas-USA), Turbine and Compressor Operation Training oleh Original Equipment Manufacture Mitshubishi Heavy Industry (Hiroshima-Japan), Hydrogen Recovery Unit Operation Training oleh Licensor Linde, GMBH (Dresden-Germany).

Ir. Muhammad Khayam, M.T.

Direktur Industri Kimia Dasar Kementerian Perindustrian

Ir. Muhammad Khayam lahir di Jakarta tahun 1962. Beliau diangkat menjadi Direktur Industri Kimia Dasar pada Maret 2014 sampai sekarang. Sebelumnya beliau menjabat sebagai Kepala Sub. Direktorat Industri Kimia Organik Dasar pada Direktorat Industri Kimia Dasar, Direktorat Jenderal Basis Industri Manufaktur, 2010 - 2014, Kepala Sub. Direktorat Kerjasama Industri dan Promosi Investasi, pada Direktorat Jenderal Industri Agro dan Kimia dari tahun 2007-2010. Beliau meraih gelar Sarjana Teknik Kimia dari Institut Teknologi Bandung tahun 1990 dan Magister Teknik Mesin dari Universitas Indonesia tahun 2002.

SEMINAR NASIONAL INTEGRASI PROSES



Seminar Nasional Integrasi Proses (SNIP) merupakan agenda rutin yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Seminar ini juga merupakan sarana komunikasi bagi para peneliti dari perguruan tinggi, institusi pendidikan, lembaga penelitian dan industri kimia.

Integrasi proses diperkirakan muncul pada *decade* 1980-1990 yang merupakan disiplin baru dalam teknik kimia dengan penekanan pada efisiensi penggunaan energi. Pada integrasi proses penghematan energi dapat dilakukan dengan menganalisa permasalahan secara keseluruhan proses (sistem) dan tidak berdasar pada unit yang berdiri sendiri.

Teknologi yang efektif, efisien dan ramah lingkungan merupakan suatu hal yang mutlak untuk diterapkan dalam suatu industri kimia. Oleh sebab itu pengembangan penelitian dan penerapan teknologi integrasi proses sangat diperlukan agar dapat dimanfaatkan secara maksimal, khususnya pada industri kimia di Indonesia.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNTIRTA berada disekitar industri besi dan baja serta industri petrokimia. Hal ini sangat menguntungkan bagi Jurusan Teknik Kimia karena bisa mendapatkan informasi tentang teknologi proses kimia lebih mudah dan dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh industri kimia. Keuntungan lain adalah hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Jurusan Teknik Kimia dapat meningkatkan pengembangan teknologi proses kimia.

Merujuk pada PP No. 70 Tahun 2009 tentang Konversi Energi, maka pada tahun ini, Jurusan Teknik Kimia mengadakan acara Seminar Nasional Integrasi Proses 2014 dengan tema "Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia". Seluruh tahap pengelolaan energi (penyediaan energi, penggunaan energi dan konservasi sumber daya energi) merupakan hal yang penting dalam proses industri kimia. Dengan tema yang diusung, Jurusan Teknik Kimia UNTIRTA berharap seluruh instansi perguruan tinggi, badan penelitian dan seluruh industri kimia terutama yang berada di sekitar Banten dapat berpartisipasi untuk saling berbagi dan diskusi dalam menyelesaikan permasalahan energi di Indonesia.



Seminar Nasional Intergrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, 27 November 2014*

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA



Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dimulai dengan berdirinya Yayasan Pendidikan Tirtayasa pada tanggal 1 oktober 1980 berdasarkan Akte Notaris No: 1 Tahun 1980, kemudian dilakukan penyempurnaan dan dikukuhkan kembali dengan akte Notaris Ny. R. Arie Soetardjo, Nomor 1, Tanggal 3 Maret 1986.

Langkah awal Yayasan Pendidikan Tirtayasa mendirikan Sekolah Tinggi Ilmu Hukum (STIH) pada tahun 1981 disusul dengan pendirian Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan (STKIP) pada tahun 1982. Berbarengan dengan pendirian STKIP, Yayasan Krakatau Steel Cilegon mendirikan Sekolah Tinggi Teknik (STT) yang selanjutnya STT bergabung dengan Yayasan Pendidikan Tirtayasa untuk persiapan berdirinya Universitas Tirtayasa Serang-Banten.

Universitas Tirtayasa Serang Banten merupakan merupakan penggabungan dari STIH, STT dan STKIP berdasarkan Surat Keputusan Mendikbud RI Nomor; 0596/0/1984, tanggal 28 November 1984, maka berubahlah status masing-masing sekolah tinggi menjadi Fakultas Hukum, Fakultas Teknik, dan Fakultas Ilmu Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP). Dari tahun ke tahun Universitas Tirtayasa mengembangkan pendirian fakultas dan program studi baru ditandai dengan berdirinya Fakultas Pertanian berdasarkan Surat Keputusan Mendikbud RI Nomor: 0123/0/1989, tanggal 8 Maret 1989, dan Fakultas ekonomi dengan Surat Keputusan Mendikbud Nomor: 0331/0/1989, tanggal 30 Mei 1989.

Pada tanggal 13 oktober 1999 keluarlah Keppres RI Nomor; 130/1999 tentang Persiapan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pada tahun 2001 berdasarkan Keputusan Presiden RI Nomor: 32 tanggal 19 maret 2001 Universitas Sultan Ageng Tirtayasa secara resmi ditetapkan menjadi Perguruan Tinggi Negeri di Provinsi Banten.

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa saat ini menyelenggarakan program pendidikan akademik dan program pendidikan vokasi. Program Pendidikan Akademik terdiri atas Program Pendidikan Sarjana(S1) sebanyak 6 fakultas dan 1 Program Pendidikan Megister (Pascasarjana), yaitu (1) Fakultas Hukum, (2) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, (3) Fakultas Teknik, (4) Fakultas Pertanian, (5) Fakultas Ekonomi, (6) Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, dan (7) Pascasarjana. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa juga menyelenggarakan Program Pendidikan Vokasi yaitu Program Diploma III. Fakultas yang menyelenggarakan Program Diploma III, yaitu Fakultas Ekonomi terdiri atas Prodi Akuntansi, Prodi Marketing/Pemasaran, Prodi Perpajakan, Prodi Keuangan dan Perbankan. Fakultas Teknik dengan 1 Prodi yaitu Prodi Teknik Komputer dan Multimedia.



Seminar Nasional Intergrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, 27 November 2014*

PROVINSI BANTEN



Banten adalah sebuah provinsi di Pulau Jawa, Indonesia. Provinsi ini dulunya merupakan bagian dari Provinsijawa Barat, namun dipisahkan sejak tahun [2000](#), dengan keputusan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2000. Pusat pemerintahannya berada di Kota Serang. Secara ekonomi wilayah Banten memiliki banyak industri. Wilayah Provinsi Banten juga memiliki beberapa pelabuhan laut yang dikembangkan sebagai antisipasi untuk menampung kelebihan kapasitas dari pelabuhan laut di Jakarta dan ditujukan untuk menjadi pelabuhan alternatif selain Singapura.

Potensi dan kekhasan budaya masyarakat Banten, antara lain seni bela diri Pencak silat, Debus, Rudad, Umbruk, Tari Saman, Tari Topeng, Tari Cokek, Dog-dog, Palingtung, dan Lojor. Di samping itu juga terdapat peninggalan warisan leluhur antara lain Masjid Agung Banten Lama, Makam Keramat Panjang, dan masih banyak peninggalan lainnya.

Di Provinsi Banten terdapat Suku Baduy. Suku Baduy Dalam merupakan suku asli Sunda Banten yang masih menjaga tradisi antimodernisasi, baik cara berpakaian maupun pola hidup lainnya. Suku Baduy-Rawayan tinggal di kawasan Cagar Budaya Pegunungan Kendeng seluas 5.101,85 hektare di daerah Kanekes, Kecamatan Leuwidamar, Kabupaten Lebak. Perkampungan masyarakat Baduy umumnya terletak di daerah aliran Sungai Ciujung di Pegunungan Kendeng. Penduduk asli yang hidup di Provinsi Banten berbicara menggunakan dialek yang merupakan turunan dari bahasa Sunda Kuno.



Seminar Nasional Intergrasi Proses
 "Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 Cilegon, 27 November 2014

ACARA

Waktu	Kegiatan	Keterangan Acara
08.00-08.30	Registrasi	Pembagian konsumsi dan pendataan peserta
08.30-08.35	Safety Introduction	Pemaparan dan penjelasan tentang ruangan jalur evakuasi kamar mandi serta ketinggian & letak geografis
08.35-08.40	Pembukaan	Pembukaan acara
08.40-08.45	Tilawah	Pembacaan Al-quran beserta artinya
08.45-09.00	Tarian Tradisional	Tarian rampak beduk atau bentang
09.00-09.30	Sambutan-Sambutan	Sambutan dari ketua pelaksana seminar, Kemenperin dan Rektor UNTIRTA
09.30-09.45	Coffee Break	Hiburan musik akustik dari panitia dan coffe break
09.45-11.15	Talk Show (Diskusi Panel <i>Keynote Speaker</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA (Guru Besar Departemen Teknik Kimia UI) Materi : Peran <i>Process System Engineering</i> untuk Ketahanan dan Keberlanjutan Energi Nasional (30') 2. Ir. Helmilus Moesa (General Manager – Process and Technology, PT. Chandra Asri Tbk.) Meteri : Peran Industri dalam Efisiensi Energi di Industri Kimia Indonesia (30') 3. Ir. Muhammad Khayam (Direktur Industri Kimia Dasar,



Seminar Nasional Intergrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Cilegon, 27 November 2014

		Kementerian Prindustrian) Materi :Rencana Strategis Indonesia dalam Penyediaan Energi untuk mendukung Industri Kimia (30')				
11.15-12.00	Tanya Jawab					Tanya jawab seputar talk show
12.00-13.00	Isoma					Istirahat, sholat dan makan siang
13.00-15.00	Diskusi paralel					
	Ruang A	Ruang B	Ruang C	Ruang D	Ruang E	
	EN.02	EN.01	PIK.01	PIK.04	LIM.02	
	EN.04	EN.03	PIK.02	PIK.06	LIM.04	
	EN.05	EN.13	PIK.05	PIK.07	LIM.05	
	EN.08	PIK.03	PIK.13	PIK.08	LIM.06	
	EN.09	PIK.10	PIK.15	PIK.17	LIM.08	
	EN.12	PIK.11	PIK.19	PIK.18	LIM.10	
15.00-15.30	Coffee break					Hiburan musik akustik dari panitia dan coffe break, peserta diperkenankan untuk mengisi acara, pemutara film pendek mengenai kegiatan chemeng day
15.30-17.00	Diskusi paralel					
	Ruang A	Ruang B	Ruang C	Ruang D	Ruang E	
	EN.06	PIK.12	PIK.21	PIK.09	LIM.07	
	EN.07	PIK.14	PIK.22	PIK.20	LIM.09	
	EN.10	PIK.16	PIK.23	LIM.01	LIM.11	
	EN.11		PIK.24	LIM.03	LIM.12	
17.00-17.30	Penutupan					Pembagian sertifikat setelah penutupan acara



Seminar Nasional Integrasi Proses
 "Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 Cilegon, 27 November 2014

A. Bidang I (Energi)

Code	Penulis	Judul
EN.01	Praswasti PDK Wulan, Yuswan Muharam, Widodo W. Purwanto, Mahmud Sudibandriyo	Kinerja Reaktor Katalis Terstruktur untuk Produksi Hidrogen dan Carbon Nanotube Melalui Proses Dekomposisi Metana
EN.02	Nelson Saksono, Iryandi, dan Setijo Bismo	Produksi Hidrogen Melalui Metoda Elektrolisis Plasma pada Larutan KOH - Metanol
EN.03	Nufus Kanani, Bardi Murrachman, Budhijanto	Pengaruh Surfaktan Terhadap Stabilitas Bahan Bakar Alternatif Coal-Oil Mixtures
EN.04	Erlina Yustanti, Marta Pramudhita, Mutiara Aghniya	Pengaruh Waktu Rekarbonisasi dan Variasi Binder pada Pembuatan Briket Kokas
EN.05	Rudi Hartono, Tri Yogo Wibowo, Rennieda Soliana Putri, Windah Sartika	Pemurnian Biodiesel Minyak Jelantah dengan Metode Dry Washing Menggunakan Kombinasi Adsorben
EN.06	Heri Heriyanto, Widya Ernayati K. Chaerul Umam, Nita Margareta	Pengaruh Minyak Jelantah pada Proses UBC untuk Meningkatkan Kalori Batubara Bayah
EN.07	Widya Ernayati K., Heri Heriyanto, Ahmad Juproni, Rosikha Taqi	Pengaruh Minyak Pelumas Bekas pada Proses UBC untuk Meningkatkan Kalori Batubara Bayah
EN.08	Endang Suhendi, Caturwati NK, Fernando A	Pengaruh Variasi Komposisi Biomasa dan Temperatur Pirolisis Terhadap Kualitas Briket
EN.09	Fatah Sulaiman, Indra Budi Setiawan	Desulfurisasi Batubara Bayah dengan Metode Leaching Menggunakan Pelarut Kalsium Hipoklorit
EN.10	Husni Husin, Fikri Hasfita	Fotokatalitik Produksi Hidrogen dari Air pada Fotokatalisis $\text{RuO}_2/\text{NaTaO}_3$

B. Bidang II (Proses Industri Kimia)

No.	Penulis	Judul
PIK.01	Rondang Tambun, Nofriko Pratama, Ely, Farida Hanum	Penentuan Distribusi Ukuran Partikel Tepung Terigu dengan Menggunakan Metode Pengapungan Batang (Buoyancy Weighing-Bar Method)
PIK.02	Jayanudin, Nurur Rifqoh dan Rizki Dwi Roza	Ekstraksi Rimpang Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>) Menghasilkan Oleoresin Menggunakan Ekstraksi Maserasi Dengan Pelarut Etanol



Seminar Nasional Integrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Cilegon, 27 November 2014

PIK.03	Yuswan Muharam dan I Ketut Sukariawan	Pengaruh Kecepatan dan Temperatur Gas Buang pada Kinerja Three-Way Catalytic Converter Utuh Skala Kecil
PIK.04	Eva Fathul Karamah dan Dipo Aji Santiko	Evaluasi Pembentukan Agen Pengoksidasi Pada Proses Kavitas Hidrodinamika Menggunakan <i>Water-Jet</i>
PIK.05	Nelson Saksono, Dimas Riska Irawan, Setijo Bismo	Pengaruh Geometrik Selubung, Tegangan dan Kedalaman Anoda pada Proses Produksi Gas Klor Menggunakan Metode Elektrolisis Plasma
PIK.06	Yanyan Dwiyantri, Alfirano, Hesga Fadiastian	Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Fasa Presipitat dan Ketahanan Korosi pada Paduan Co-Cr-Mo-C-N (<i>ASTM F75</i>) untuk Aplikasi Biomedis
PIK.07	Yanyan Dwiyantri, Alfirano, Alfani Ghani Sauri	Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Fasa Presipitat dan Ketahanan Aus Pada Paduan Co-Cr-Mo (<i>ASTM F75</i>) untuk Aplikasi Biomedis
PIK.08	Marthen Luther Doko, Ruckie Wa Sholatha	The Application of Command Generator Tracker Concept in Model Reference Adaptive Control of Chemical Processes
PIK.09	Marthen Luther Doko, Ruckie Wa Sholatha	The Concept of Disturbance Decoupling Problem with Internal Stability in Process Control: Distillation Column Control Case
PIK.10	Sutrasno Kartohardjono, Yuswan Muharam, Muhammad Iwan Fermi	Penggunaan Metode CFD pada Perancangan Spacer dalam Aliran Umpan Modul SWM
PIK.11	Denni kartika sari, Indar Kustiningsih, Sakinah, Khumaedi	Karakteristik Dodol Rumput Laut (<i>Kappaphycusalvarezzy</i>) dengan Penambahan Nutrijel dan Pengaruh Variasi Suhu dan waktu Pengerian dalam Pembuatan Dodol Rumput Laut
PIK.12	Setijo Bismo, Dian Ikramina, Rahayu Eka Susilarini, Honesty Indria Nisa	Ozonasi Campuran Minyak Zaitun Dan Minyak Kedelai untuk Sintesis Bahan Anti-dermatitis
PIK.13	Novi Sylvia, Yazid Bindar, Yunardi	Prediksi Medan Alir, Efisiensi dan Penurunan Tekanan pada Siklon Persegi Menggunakan CFD
PIK.14	Sri Mulyati, Fachrul Razi, Sofyana	Pengaruh Kondisi pH Larutan terhadap Kinerja Ultrafiltrasi Larutan Bovine Serum Albumin Menggunakan Membrane Polietersulfon
PIK.15	Dicky Dermawan	Peningkatan Ketahanan Oksidasi Pelumas <i>Bio-based</i> : Reaksi Propil Paraben dengan Formaldehida
PIK.16	Daril Ridho, Anindya Rachmawati, Aditya Putra, Juwari, Renanto Handogo.	Optimisasi Proses <i>Carbon And Storage System</i> dengan Metode Pinch



Seminar Nasional Intergrasi Proses
 "Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 Cilegon, 27 November 2014

PIK.17	Yeyen Maryani, Ika wirahayu, Deri Cahyadi	Isolasi Senyawa Aktif Detergen dari <i>Sapindus rarak</i> (Buah Lerak) dengan Metode Ekstraksi
PIK.18	Abdul Aziz, Muhammad Fitruallah, Anky Fadharani	Studi Optimasi Penambahan Air Dan Temperatur Pemanasan Terhadap Kekerasan dan <i>Permanent Linier Change</i> Pada Refraktori <i>Low Cement Castable Alumina</i>

C. Bidang III (Pengolahan Limbah dan Air)

Code	Penulis	Judul
LIM.01	Farida Hanum	Penyisihan COD pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dari Unit Reaktor Anaerobik Unggun Tetap (Ranut) dengan Teknik Elektrokoagulasi
LIM.02	Rusdi, Arif Rovianto, Sahroni, Wahyudi Widodo	Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Metode BioSand Filter + Karbon Aktif
LIM.03	Sunardi, Rina Lusiani, Yogie Ardiansah	Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Papan Komposit dengan Variasi Panjang Serat
LIM.04	Dhena Ria Barleany, Sita Kurniaty Ratoko, Setya Hadi, Erizal	Sintesis Hidrogel Polivinil Alkohol (PVA)-Gelatin dengan Teknik Irradiasi Sinar Gamma (γ)
LIM.05	Nadiem Anwar, Ate Romli, Sukrido	Hidrolisis Sampah Organik Taman Menggunakan Asam Sulfat Encer
LIM.06	Sofyana, Cut Meurah Rosnelly, Friska Meirisa, Maitrisna Fillya	Effect Of Concentration Cellulose Acetate To Ultrafiltration Membrane Performance At Decreasing Phosphat Compound In Laundry Waste
LIM.07	Agus Rochmat, Indratmo Arif Cahya, Banu Kuncoro	Pemanfaatan Ekstrak Biji Pare Sebagai Biolarvasida pada Jentik Nyamuk Pemukiman di Daerah Cikupa Tangerang
LIM.08	Rahmayetty, Misri Gozan, Dwi Prasetio, Rosalia	Pembuatan Asam Laktat Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Metode Sakarifikasi Fermentasi Simultan
LIM.09	Anton Irawan, Fitri Setiani, Ichsan Putu Wijoyo	Pengaruh Temperatur dan Waktu Tahan Proses Torefaksi Terhadap Kualitas Produk Torefaksi Kulit Durian
LIM.10	Tuti Indah Sari, A. Rasyidi Fachry, Sthevanie, Susi Susanti, Martha Ria, Aristia Alisandi	Potensi Kulit Kerang Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Karakteristik Curing dan Sifat Fisik Produk Karet Alam



Seminar Nasional Integrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Cilegon, 27 November 2014

LIM.11	Tri Partuti	Efektivitas Resin Penukar Anion Untuk Merunkan Kadar Total Dissolved Solid (TDS) Dalam Limbah Air Terproduksi Industri Migas
LIM.12	Sutrasno Kartohardjono, Kezia Elkardiana, Ananda Putra Sangaji	Penyisihan Amonia terlarut dari Air Limbah Melalui Kontraktor Membran Superhidrofobik dengan Variasi Tingkat Keasaman



**PEMBUATAN ASAM LAKTAT BERBAHAN BAKU TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN METODE SAKARIFIKASI FERMENTASI SIMULTAN****Rahmayetty^{1*}, Dwi Prasetyo¹, Rosalia¹, Misri Gozan²**¹Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Untirta, Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon-Banten²Departemen Teknik kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok*Email : yettyfaith1@yahoo.com

Abstrak

Produksi minyak kelapa sawit semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri minyak kelapa sawit. Hal ini menyebabkan semakin banyak limbah padat dan cair yang dihasilkan. Limbah padat kelapa sawit berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Komponen terbesar TKKS terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. TKKS memiliki potensi untuk diolah menjadi berbagai macam produk, salah satunya adalah asam laktat. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah TKKS menjadi asam laktat dan mendapatkan rasio bakteri *Lactobacillus delbrueckii* yang optimum terhadap TKKS menggunakan metode sakarifikasi-fermentasi simultan (SSF). Metode SSF adalah proses kombinasi antara hidrolisis selulosa secara enzimatis dengan fermentasi gula yang berkelanjutan sehingga menghasilkan produk akhir berupa asam laktat. Proses SSF dilakukan dengan memasukkan 100 gr serbuk TKKS dan air dengan perbandingan 1:1 ke dalam reaktor *batch* anaerob. Setelah itu menambahkan *Trichoderma pseudokonimgii* dan *chytophaga sp.* 5% w/w dengan variasi inokulum cair bakteri *L. Delbrueckii* 0.5%, 1%, 3%, dan 5% dengan waktu inkubasi 5 hari, kemudian setiap 24 jam dilakukan analisa kadar asam laktat dengan *High Pressure Liquid Chromatography* (HPLC). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi asam laktat yang optimum diperoleh pada rasio 3% *L. Delbrueckii* terhadap TKKS yaitu sebesar 49,701 ppm.

Kata kunci : TKKS, asam laktat, sakarifikasi fermentasi simultan, SSF**Abstract**

*Palm oil production has increased along with the growth of the palm oil industry. This leads to the increasing of generated solid and liquid waste. Solid waste is oil palm empty fruit bunches (TKKS). The largest component of TKKS composed of cellulose, hemicellulose and lignin. TKKS has the potential to be processed into various products, one of which is lactic acid. The aim of this study to process TKKS into lactic acid and obtain volume of bacteria *Lactobacillus delbrueckii* to highest lactic acid production using simultaneous saccharification-fermentation (SSF). SSF method is the combination of enzymatic hydrolysis of cellulose by continuous fermentation of sugars to produce the end product is lactic acid. SSF process is done by inserting a 100 gr TKKS powder and water at a ratio of 1: 1 into an anaerobic batch reactor. After that add *Trichoderma pseudokonimgii* 2.5 gr with the variation of liquid inoculum of bacteria *L. delbrueckii* 0.25 ; 0.5 , 1.5, and 2.5 ml with incubation time of 5 days, then every 24 hours to analyze the levels of lactic acid by High Pressure Liquid Chromatography (HPLC). Results showed that the highest concentration of lactic acid was 49.701 ppm obtained in addition volume of bacteria *Lactobacillus delbrueckii* 1.5 ml.*

Keywords : TKKS, lactic acid, simultaneous saccharification-fermentation, SSF



Seminar Nasional Integrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, 27 November 2014

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri minyak kelapa sawit memicu semakin luasnya perkebunan kelapa sawit di Indonesia, baik yang dikelola oleh perusahaan negara, swasta dan rakyat. Pemerintah menetapkan selama periode 2010–2014 dilakukan perluasan areal pertanian seluas 2 juta hektar, meliputi lahan sawah dan areal pertanian lahan kering berupa palawija, tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, serta hijauan makanan ternak dan padang penggembalaan. Perluasan areal secara signifikan terutama pada kelapa sawit, yakni 8,127 juta ha pada 2010, menjadi 8,342 juta ha pada 2011, dan 2014 diproyeksikan menjadi 8,967 juta ha. Luas total areal 15 komoditas unggulan pada 2014 diprediksi mencapai 21,988 juta ha dan, total produksi mencapai 42,736 juta ton. (PT. Media Data Riset 2011).

Dengan meningkatnya produksi minyak kelapa sawit, maka semakin meningkat pula buangan limbah yang dihasilkan baik berupa limbah cair maupun limbah padat berupa sludge dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS). TKKS merupakan limbah padat terbesar pada industri kelapa sawit, yaitu mencapai 22 – 25% dari bobot tandan buah segar (Peni, 1995 dalam Loebis, 2008). Tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa 37,3-46,5 % dan hemiselulosa 25,3-33,8% ([Sudiyani et al., 2013](#)). Melihat kandungan selulosa dan hemiselulosa yang cukup tinggi, maka tandan kosong kelapa sawit mempunyai potensi yang besar sebagai sumber glukosa, dimana glukosa dapat dikonversikan menjadi asam laktat. Asam laktat dapat dihasilkan melalui proses kimiawi dan juga biologis (fermentasi). Sumber karbon untuk produksi asam laktat dengan menggunakan mikroba dapat berupa gula dalam bentuk murni seperti glukosa, sukrosa, laktosa atau gula yang mengandung bahan seperti molase, whey, gula tebu, bagasse, singkong bagasse, tepung kentang, tapioka, gandum. Mukund G. Adsul, dkk (2007), memproduksi asam laktat dari selulosa ampas tebu dengan menggunakan

proses sakarifikasi dan fermentasi secara simultan menggunakan bakteri *Penicillium janthinellum* dan *Lactobacillus delbrueckii*. Konsentrasi asam laktat maksimum yang didapatkan adalah 67 gr/L dari 80 gr/L selulosa dari ampas tebu. Proses pembuatan asam laktat secara biologis memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan sintesis secara kimia yaitu biaya produksi rendah karena beroperasi pada temperatur rendah sehingga konsumsi energi pun rendah. Tanaka, dkk. (2005) melakukan penelitian sintesis asam laktat dengan bahan baku dedak tepung beras berselulosa menggunakan metode sakarifikasi-fermentasi simultan. Percobaan dilakukan pada pH 5 dengan temperatur 37 °C selama 36 jam, dari percobaan dihasilkan 28 kgm⁻³ asam laktat dari 100 kgm⁻³ limbah dedak tepung beras berselulosa. Berdasarkan penelitian diatas, maka pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah TKKS menggunakan metode sakarifikasi-fermentasi simultan untuk mendapatkan asam laktat dengan menggunakan jamur *Trichoderma sp* dan bakteri *Lactobacillus delbrueckii*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

TKKS adalah salah satu produk samping pabrik kelapa sawit yang jumlahnya sangat melimpah. Dalam satu hari pengolahan kelapa sawit bisa dihasilkan ratusan ton TKKS. Diperkirakan saat ini limbah TKKS di Indonesia mencapai 20 juta ton. TKKS tersebut memiliki potensi untuk diolah menjadi berbagai macam produk. Komponen bahan padat terbesar TKKS terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin sehingga limbah TKKS ini disebut juga lignoselulosa. Tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa 37,3-46,5 % dan hemiselulosa 25,3-33,8% ([Sudiyani et al., 2013](#)). Melihat kandungan selulosa dan hemiselulosa yang cukup tinggi, maka tandan kosong kelapa sawit mempunyai potensi yang besar sebagai sumber glukosa, dimana glukosa dapat dikonversikan menjadi asam laktat.

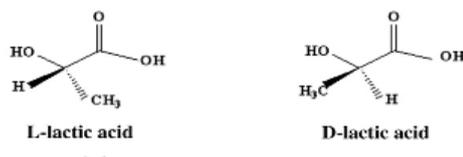


Seminar Nasional Intergrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, 27 November 2014

Asam laktat (2-hydroxypropanoic acid) $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ merupakan asam lemah dengan kemampuan penguapan yang rendah. Asam ini memiliki sebuah atom asimetri, dimana di alam terdapat dalam bentuk D-, L-, dan DL- (Lopes & Jardini, 2012). Asam laktat dapat dihasilkan melalui proses fermentasi atau secara sintesa kimiawi. Fermentasi merupakan metoda yang paling banyak digunakan oleh industri untuk menghasilkan asam laktat. Sekitar 90 % total produksi asam laktat di seluruh dunia dibuat melalui fermentasi oleh bakteri dan sisanya diproduksi secara sintetis melalui hidrolisis lactonitrile. Proses fermentasi untuk mendapatkan asam laktat dapat diklasifikasikan sesuai dengan jenis bakteri yang digunakan (Lopes & Jardini, 2012). Fermentasi bisa berlangsung dengan kondisi anaerob atau aerob (Matsumoto & Taguchi, 2010). Sumber karbon yang digunakan mikroba dalam memproduksi asam laktat dapat berupa gula dalam bentuk murni seperti glukosa, sukrosa, bahan laktosa atau gula yang mengandung molase, whey, ampas tebu, singkong ampas tebu, dan bahan tepung dari ubi, tepung, gandum dan barley. Bahan yang mengandung sukrosa seperti molase biasanya banyak digunakan sebagai bahan baku untuk produksi asam laktat dikarenakan harganya yang murah. Ampas tebu digunakan sebagai bahan baku untuk produksi asam laktat oleh *Rhizopus oryzae* dan *Lactobacillus* dalam fermentasi *solid-state* dengan menambah gula atau pati hidrolisat sebagai sumber karbon.



Gambar 1. Stereoforms dari asam laktat (Lopes & Jardini, 2012)

Bakteri Asam laktat (LAB) dan beberapa jamur berfilamen adalah sumber utama mikroba asam laktat. Organisme yang

terutama menghasilkan isomer L adalah *amylophilus Lactobacilli*, *Lactobacilli bavaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus maltaromicus*, dan *Salivarius lactobacilli*. Strain seperti *Lactobacilli*, *Lactobacillus delbrueckii jensenii*, atau *acidophilus Lactobacillus* menghasilkan D-isomer atau campuran dari keduanya. Kisaran pH untuk memproduksi asam laktat adalah 5,4-6,4 dan suhu 38-42°C serta konsentrasi oksigen rendah. Asam L-laktat murni digunakan untuk PLA produksi. Sumber karbon untuk produksi asam laktat dengan menggunakan mikroba dapat berupa gula dalam bentuk murni seperti glukosa, sukrosa, laktosa atau gula yang mengandung bahan seperti molase, whey, gula tebu, bagasse dan singkong bagasse, tepung kentang, tapioka, gandum, hidrolisa selulosa/hemiselulosa. Mikroorganisme yang berperan dalam menghasilkan asam laktat dari berbagai bahan baku dapat terlihat pada Tabel 1 (Madhavan Nampoothiri et al., 2010).

Sintesis asam laktat dapat dilakukan secara bertahap melalui proses hidrolisis dan fermentasi dan juga dapat dilakukan secara simultan atau dikenal dengan sakarifikasi fermentasi-simultan (SSF). SSF adalah proses hidrolisis selulosa secara enzimatik dan fermentasi gula dalam satu tahap sehingga menghasilkan produk akhir berupa asam laktat. SSF menghilangkan proses hidrolisis lengkap substrat sebelum difermentasi. Pada proses SSF, hidrolisis enzimatik, pertumbuhan sel dan produksi mikroba terjadi secara simultan (Zhan, 2007). Pada proses sakarifikasi fermentasi simultan ini kedua proses tersebut berlangsung dalam satu reaktor yang sama. Bakteri secara langsung menfermentasi produk gula yang dihasilkan dari proses hidrolisis oleh kompleks enzim selulase, sehingga laju sakarifikasi dan rendemen asam laktat yang dihasilkan akan lebih tinggi jika dibanding hasil proses sakarifikasi dan fermentasi yang terpisah. Keunggulan lain dari proses sakarifikasi fermentasi simultan adalah penggunaan reaktor tunggal untuk seluruh proses,



Seminar Nasional Intergrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, 27 November 2014

sehingga dapat menekan biaya investasi alat. media tidak mudah terkontaminasi oleh Selain itu adanya asam laktat (hasil fermentasi) didalam media menyebabkan organisme lain yang tidak diinginkan (Ballesteros,2004).

Tabel 1. Mikroorganisme untuk memproduksi asam Laktat ([Madhavan Nampoothiri et al., 2010](#))

Substrat	Mikroorganisme	Asam Laktat
Wheat and rice bran	<i>Lactobacillus sp.</i>	129 g/l
Corn cob	<i>Rhizopus sp.</i> MK-96-1196	90 g/l
Pretreated wood	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	48-62 g/l
Cellulose	<i>Lactobacillus coryniformis ssp. Torquens</i>	0,89 g/g
Barley	<i>Lactobacillus casei</i> NRRLB-441	0,87-0,98
Cassava bagasse	<i>L. delbrueckii</i> NCIM 2025, <i>L casei</i>	0,9-0,98
Wheat starch	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> ATCC 19435	0,77-1 g/g
Whole wheat	<i>Lactococcus lactis and Lactobacillus delbrueckii</i>	0,93-0,95 g/g
Potato starch	<i>Rhizopus oryzae, R. arrhizuso</i>	0,87-0,97 g/g
Corn, rice, wheat starches	<i>Lactobacillus amylovorus</i> ATCC	< 0,70 g/g

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian Limbah TKKS yang digunakan berasal dari PT. Kerta Jaya yang berlokasi di Kabupaten Malimping - Banten. Bakteri *Lactobacillus delbrueckii* diperoleh dari Biotekno Laboratorium, Sleman - Yogyakarta. Jamur *Trichoderma pseudokoningii* diperoleh dari BPBPI Bogor - Jawa Barat. N₂ untuk menghilangkan oksigen dalam reaktor anaerob, H₂SO₄ dan NaOH.

Alat Penelitian

Bioreaktor yang digunakan berupa bioreaktor anaerob yang dibuat dari gelas dengan kapasitas 500 mL, ayakan, ball mill.

3.2 Prosedur Percobaan

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu tahap pendahuluan, tahap *pretreatment* dan tahap percobaan utama. Tahap pendahuluan terdiri dari tahap persiapan bahan baku dan analisa kadar selulosa dan lignin TKKS. Tahap *pretreatment* merupakan tahap perombakan lignin. Tahap percobaan utama merupakan tahap proses

sakarifikasi dan fermentasi simultan dengan komposisi bahan yang telah ditentukan.

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku dan Analisa Karakteristik TKKS

• Tahap persiapan bahan baku.

TKKS dicacah hingga berukuran kecil dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C. Setelah kering, digiling dengan menggunakan *ball mill* hingga didapat ukuran - 18 + 40 mesh. Kemudian dianalisa kadar lignin dan selulosa awal.

• Pengujian Kadar Lignin dan Selulosa (Metode Chesson)

1 gr (a) sampel kering ditambahkan 150 mL H₂O, direfluks pada suhu 100 °C selama 1 jam. Hasilnya disaring, residu dicuci dengan air panas (300 mL). Residu kemudian dikeringkan dengan oven sampai konstan kemudian ditimbang (b). Residu ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1 N kemudian direfluks selama 1 jam suhu 100 °C. Hasilnya disaring sampai netral (300 mL) dan dikeringkan (c). Residu kering ditambahkan 10 mL H₂SO₄ 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam. Ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1 N dan direfluks pada water bath selama 1 jam pada pendingin



Seminar Nasional Intergrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, 27 November 2014

balik. Residu disaring dan dicuci dengan H₂O sampai netral (400 mL) kemudian dipanaskan dengan oven dengan suhu 105 °C dan hasilnya ditimbang (d)

Perhitungan untuk mencari kadar selulosa adalah :

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{c - d}{a} \times 100\%$$

Perhitungan untuk mencari kadar lignin adalah:

$$\text{Kadar lignin} = \frac{d}{a} \times 100\%$$

3.2.2 Tahap Pretreatment

100 gram serbuk TKKS ditambahkan dengan air 10% w/w dan NaOH 10% w/w dipanaskan dengan temperatur 140 – 145 °C selama 30 menit. Kemudian dilakukan pencucian menggunakan air dan dilakukan pemisahan antara padatan dan air dengan menggunakan *vacuum filter*. TKKS yang telah di *pretreatment* ditambahkan air dan dilakukan netralisasi dengan menggunakan H₂SO₄ 97% sampai pH 7–9, setelah itu dilakukan sterilisasi dengan pemanasan 80°C selama 1 jam.

3.2.3 Tahap Percobaan Utama

100 gr serbuk TKKS dan air dengan perbandingan 1:1 dimasukkan ke dalam reaktor *batch* anaerob. Kemudian tambahkan jamur *Trichoderma pseudokoningii* 2,5 gram dan inokulum cair bakteri *L. delbrueckii* ditambahkan dengan variasi volume 0,25 ; 0,5 ; 1,5 ; dan 2,5 ml dengan waktu inkubasi 5 hari. Setiap 24 jam dilakukan analisa pH dan

kadar asam laktat yang telah terbentuk menggunakan *High Pressure Liquid Chromatography* (HPLC), dan analisa gugus fungsi produk fermentasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) Merk Perkin Elmer 1000 .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik TKKS

Hasil pengujian kadar selulosa dan lignin TKKS didapatkan karakteristik TKKS yang digunakan mengandung 41,5 % selulosa dan 30% lignin. Karakteristik kimia TKKS yang paling penting untuk pembuatan asam laktat adalah selulosa. Semakin tinggi kandungan selulosa pada bahan, akan semakin baik untuk bahan baku pembuatan asam laktat.

Konsentrasi Asam Laktat

Proses sakarifikasi fermentasi-simultan adalah proses kombinasi antara hidrolisis selulosa secara enzimatik dengan fermentasi gula yang berkelanjutan sehingga menghasilkan produk akhir berupa asam laktat. Pada proses sakarifikasi fermentasi simultan, kedua proses berlangsung dalam satu reaktor *batch* anaerob sehingga kinerja bakteri *Lactobacillus delbrueckii* dalam proses fermentasi bergantung pada nutrisi berupa glukosa hasil hidrolisis selulosa oleh jamur *Trichoderma sp.* Analisa konsentrasi asam laktat dilakukan menggunakan *High Pressure Liquid Chromatography* (HPLC). Konsentrasi asam laktat dari fermentasi TKKS yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2 Hasil fermentasi asam laktat

Hari	Volume <i>Lactobacillus delbrueckii</i>							
	0.25ml		0.5 ml		1.5 ml		2.5 ml	
	pH	As. Laktat (ppm)	pH	As.laktat (ppm)	pH	As.laktat (ppm)	pH	As.laktat (ppm)
0	8	-	8	-	8	-	8	-
1	8	2,147	8	17,731	7	49,701	8	2,986
2	8	0,861	8	11,534	7	41,362	8	0,980
3	7	2,139	7	7,9	7	24,351	8	0,820
4	7	1,384	7	5,087	7	15,608	8	2,914
5	7	1,575	7	11,854	7	15,910	8	0,456

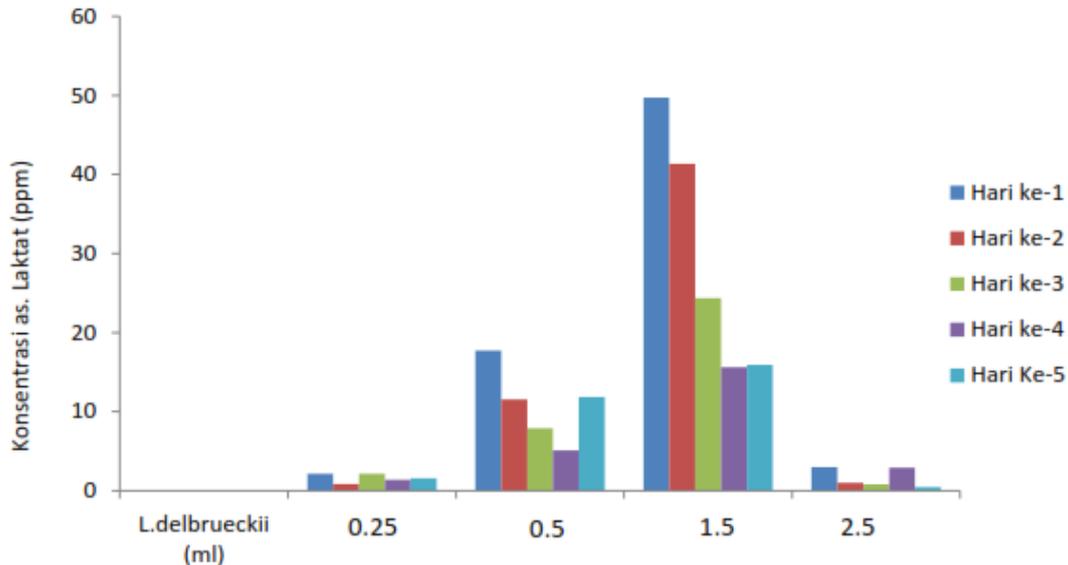


Seminar Nasional Intergrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, 27 November 2014

Dari Tabel 2 hasil pengamatan diatas seperti terlihat pada Gambar 2 dibawah ini. dapat ditampilkan dalam bentuk grafik



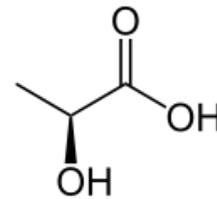
Gambar 2. Konsentrasi asam laktat hasil fermentasi selama 5 hari

Konsentrasi asam laktat yang dihasilkan dari keempat variasi jumlah *L.delbrueckii* yang dilakukan didapatkan konsentrasi tertinggi pada pemberian *L.delbrueckii* 3% pada fermentasi selama 1 hari yaitu 49,7 ppm. Pada hari ke-2 sampai hari ke-5 terjadi penurunan konsentrasi asam laktat. Penurunan konsentrasi asam laktat setelah difermentasi lebih dari 1 hari disebabkan karena kecepatan produksi gula dari selulosa oleh jamur *Trichoderma sp.* lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan penggunaan gula menjadi asam laktat oleh bakteri *Lactobacillus delbrueckii*, sehingga sebagian mikroorganisme memanfaatkan asam laktat sebagai *secondary* substrat dan menghasilkan senyawa lain yang dapat menjadi inhibitor mikroba. Produksi asam laktat sangat bergantung pada pH sistem. Menurut Zhan, et al (2005), pH untuk berlangsungnya SSF yang optimal adalah 6-6,5. *Lactobacillus delbrueckii* akan tumbuh dan menghasilkan asam laktat pada pH

5.5-7.5 (Solange, dkk, 2008). Pada saat berlangsungnya proses SSF, pH berkisar antara 7-8.

Analisa Gugus Fungsi Produk Fermentasi

Asam laktat merupakan asam karboksilat yang mengandung gugus hidroksil yang menempel pada gugus karboksil, mempunyai rumus bangun seperti Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kimia asam laktat

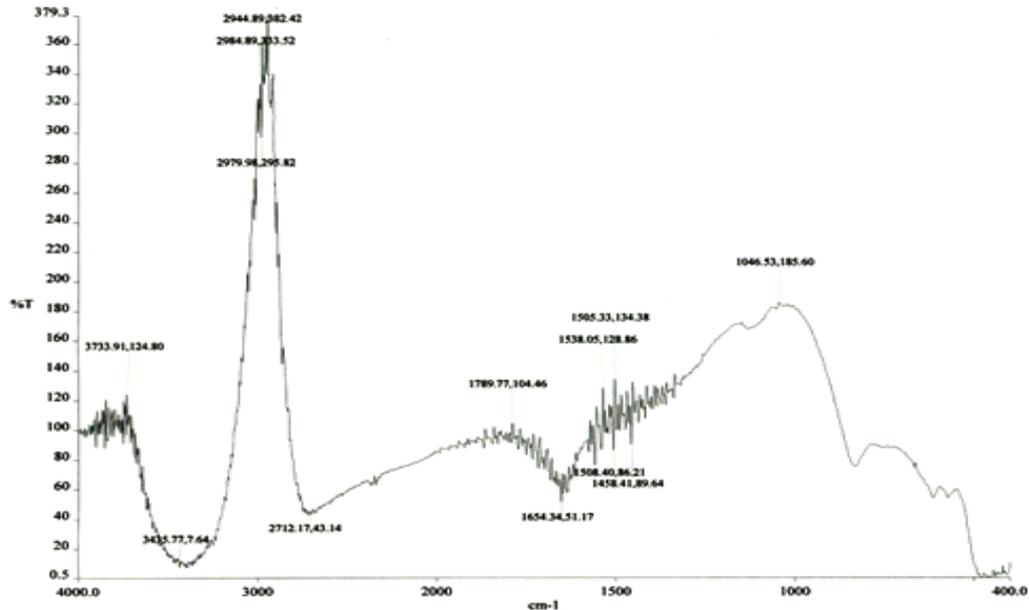
Analisa gugus fungsi produk fermentasi dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FTIR. Produk fermentasi yang diuji tidak dilakukan pemisahan asam laktat dari senyawa lainnya. Hasil uji spektroskopi FTIR terlihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Seminar Nasional Intergrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, 27 November 2014



Gambar 4. Spektrum infra merah dari sampel dengan bakteri *Lactobacillus delbrueckii* 3 %

Untuk asam karboksilat, ikatan O-H dalam golongan asam muncul pada peak 2500-3300 cm^{-1} , sedangkan yang terikat pada rantai pada peak 3230-3550 cm^{-1} . Penggabungan peak ini memberikan daerah yang sangat besar 2500-3550 cm^{-1} . Gugus C=O akan mengalami absorbansi pada peak 1740-1800 cm^{-1} dan absorbansi gugus C-O pada 1075-1190 cm^{-1} . Pada Gambar 4 terlihat bahwa adanya ikatan OH pada peak 3425 cm^{-1} , C=O pada peak 1754 cm^{-1} , dan ikatan C-O pada peak 1045 cm^{-1} . Berdasarkan hasil uji gugus menggunakan FTIR didapatkan bahwa hasil fermentasi mengandung senyawa asam yang menyerupai gugus asam laktat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mengandung kadar selulosa yang tinggi dan berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan asam laktat. Konsentrasi asam laktat tertinggi menggunakan proses SSF, dihasilkan pada penambahan 1,5 ml *Lactobacillus delbrueckii* yaitu sebesar 49,701 ppm. Konsentrasi asam laktat yang dihasilkan pada penelitian ini masih sangat kecil dikarenakan proses

berlangsung pada pH yang tidak optimal untuk pertumbuhan bakteri dan produksi asam laktat.

4.2 SARAN

Kontrol pH pada saat awal dan selama proses SSF berlangsung perlu dilakukan sesuai dengan pH optimal pertumbuhan bakteri yang digunakan. Perlu dilakukan sterilisasi yang optimal pada substrat yang digunakan agar hasil fermentasi sesuai dengan produk yang diinginkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ballesteros M, Olivia JM, Negro MJ, Manzanares P, Ballesteros I, 2004. Ethanol from Lignocellulosic Material by a Simultaneous Saccharification and Fermentation Process (SFS) with *Kluyveromyces Marxianus* CECT 10875 Process Biochemistry (39) : 1843-1848
- Bibiana, W. L. 1994 . *Analisis Mikroba di Laboratorium* . Jakarta : PT Raja Grafindo Perseda.
- Casey JP. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology. Third Edition* , Vol. I. John Wiley and Sons, New York.



Seminar Nasional Intergrasi Proses

"Penelitian dan Aplikasi Teknologi untuk Menunjang Proses dan Kebutuhan Energi Industri Kimia di Indonesia"

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon, 27 November 2014

- Cowling EB. 1975., Physical and Chemical constraints in the hidrolisis of cellulose and lignocellulosic materi als. *Biotech. Bioeng, Symp.* 5 :163-181.
- Loebis, Enny Hawani. 2008. *Optimasi Proses Hidrolisis Kimiawi dan Enzimatis Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Glukosa Untuk Produksi Etanol*. IPB. Bogor.
- Lopes, M Savioli, & Jardini, AL. (2012). Poly (lactic acid) production for tissue engineering applications. *Procedia Engineering*, 42, 1530-1542.
- Madhavan Nampoothiri, K, Nair, Nimisha Rajendran, & John, Rojan Pappy. (2010). An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research. *Bioresource technology*, 101(22), 8493-8501.
- Matsumoto, Ken'ichiro, & Taguchi, Seiichi. (2010). Enzymatic and whole-cell synthesis of lactate-containing polyesters: toward the complete biological production of polylactate. *Applied microbiology and biotechnology*, 85(4), 921-932.
- Mukund,G.A, Anjani J.V, Gokhale. (2007). Lactic acid production from waste sugarcane baggase derived cellulose. *Green Chemistry*, 2007, 9, 58-62.
- Nuryanto, eka(2000), *Isolasi dan Degradasi Lignin dari lindi hitam pulp tandan kosong sawit secara kimia*, tesis magister kimia. ITB Press.Bandung.
- Papaviizas GC. 1985. *Trichoderma and Gliocladium* : ecology and potential for biocontrol, *Ann.Rev. Phytapathology*, 23 : 3-54.
- Peni SP. 1995. Tandan Sawit untuk kertas kraft. *Trubus*. 311 : 52-54
- PT. Media Data Riset, 2001. <http://www.scribd.com/doc/140145835/Daftar-Peraturan-Perkebunan-Di-Indonesia-2011>
- Pusat Data dan Informasi Departemen Perindustrian. 2007. *Gambaran Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit*. Jakarta
- Sudiyani, Yanni, Styarini, Dyah, Triwahyuni, Eka, Sembiring, Kiky C, Aristiawan, Yosi, Abimanyu, Haznan, & Han, Min Hee. (2013). Utilization of Biomass Waste Empty Fruit Bunch Fiber of Palm Oil for Bioethanol Production Using Pilot-Scale Unit. *Energy Procedia*, 32, 31-38.
- Tanaka, dkk. 2005. *Production of D-lactic acid from defatted rice bran by simultaneous saccharification and fermentation*. Jepang : Elsevier
- Zhan, ZY, Bo Jin, Joan,MK.(2007). Production of lactic acid from renewable materials by *Rhizopus* fungi. *Biochemical Engineering Journal* 35, 251-263