

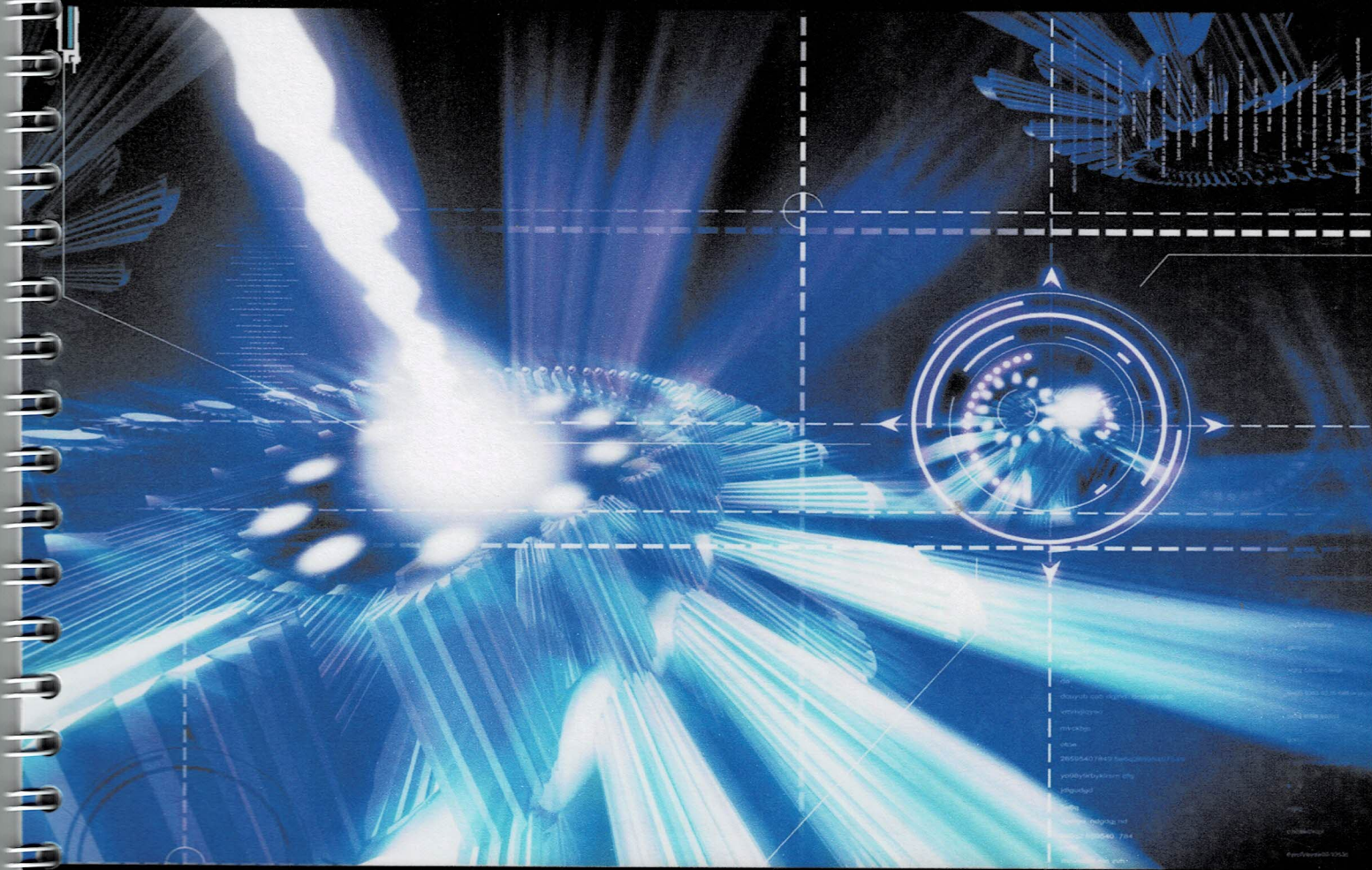


RISTEK

INSINAS 2013

SEMINAR NASIONAL INSENTIF RISET SINAS

MEMBANGUN SINERGI RISET NASIONAL UNTUK KEMANDIRIAN TEKNOLOGI



Jakarta, 7-8 November 2013

ASISTEN DEPUTI RELEVANSI PROGRAM RISET IPTEK
DEPUTI BIDANG RELEVANSI DAN PRODUKTIVITAS IPTEK
KEMENTERIAN RISET DAN TEKNOLOGI

ISBN 978-602-18926-6-4



PROSIDING
Seminar Insentif Riset SINas
(INSINAS 2013)

Jakarta, 7 – 8 November 2013

“MEMBANGUN SINERGI RISET NASIONAL
UNTUK KEMANDIRIAN TEKNOLOGI”

Penyusun :

Ir. Bambang Priwanto
Drs. Dadi Alamsyah, M.Si
Drs. Abdul Waid
Drs. Ermalina, M.Sc
Dr. Hendro Wicaksono, M.Sc
Ir. Marhaindro Waluyo, MT
Drs. Enny Lestariningsih, MM
Ir. Hari Jusron, M.Sc
Ir. Pancara Sutanto
Ir. Sjaeful Irwan, MM
Dr. Syafarudin
Dr. rer. nat. Ahmad Saufi, M.Sc
Muhammad Athar Ismail, M.E
Ratna Farianingsih, S.E.
Entin Laelasari, S.Sos.
Aris Irawan, ST
Zaenal Arifin, M.Si
Sasti Orisa, ST
Roosida Taufani, S.E., MM.
Engkas Sukaesih, MA
Leni Purwaningsih, STP

Penyunting :

Prof. Dr. Ir. Djoko Wahyu Karmiadji
Ir. Ahmad Dading Gunadi, MA
Ir. Hary Soebagyo, MT
Rahmat Fazri, S.E

Penerbit

Asdep Relevansi Program Riptek,
Deputi Bidang Relevansi dan Produktivitas Iptek,
KEMENTERIAN RISET DAN TEKNOLOGI
Gedung II – BPPT, Lantai 21, Jl. MH. Thamrin 8, Jakarta,
Tlp. 021 3169840, Fax. 3102368
e-Mail : insinas@ristek.go.id, <http://www.ristek.go.id>



PETIKAN

**MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA**

**KEPUTUSAN MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA**

NOMOR 187 /M/Kp/XI/2012

TENTANG

**PENETAPAN JUDUL PROPOSAL PROGRAM INSENTIF RISET SISTEM INOVASI NASIONAL
YANG DIAJUKAN UNTUK DIBIYAI OLEH ANGGARAN PENDAPATAN DAN
BELANJA NEGARA TAHUN ANGGARAN 2013**

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : dst.

Mengingat : dst.

MEMUTUSKAN:

**MENETAPKAN : KEPUTUSAN MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI TENTANG
PENETAPAN JUDUL PROPOSAL PROGRAM INSENTIF RISET SISTEM
INOVASI NASIONAL YANG DIAJUKAN UNTUK DIBIYAI OLEH
ANGGARAN PENDAPATAN DAN BELANJA NEGARA TAHUN ANGGARAN
2013.**

**PERTAMA : Menetapkan judul proposal sebagaimana tercantum dalam lajur 4
(empat) Lampiran Keputusan ini sebagai Penerima Pembiayaan Program
Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (SINas) yang diajukan untuk
dibiayai oleh Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran
2013, masing-masing sebesar sebagaimana tercantum dalam lajur 6
(enam) Lampiran Keputusan ini.**

**KEDUA : Judul Proposal sebagaimana dimaksud pada diktum PERTAMA Keputusan
ini adalah hasil seleksi dan rekomendasi dari Tim Penilai, serta
kebijakan yang diambil oleh Rapat Pimpinan (Rapim) terhadap proposal
kegiatan riset yang dinyatakan layak untuk ditetapkan sebagai
Penerima Pembiayaan Program Insentif Riset SINas yang diajukan untuk
dibiayai oleh Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran
2013.**

KETIGA : Judul Proposal sebagaimana dimaksud pada diktum PERTAMA Keputusan ini bila anggarannya tidak disetujui dalam APBN Tahun Anggaran 2013, maka pembiayaannya dalam Tahun Anggaran 2013 dibatalkan dan akan diupayakan untuk diajukan kembali untuk dibiayai oleh APBN tahun berikutnya.

KEEMPAT : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dengan ketentuan apabila di kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam keputusan ini, akan ditinjau kembali dan diperbaiki sebagaimana mestinya.

SALINAN Keputusan ini disampaikan kepada Yth. :

1. Menteri Keuangan RI;
2. Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional RI/Kepala Bappenas;
3. Direktur Jenderal Anggaran, Kementerian Keuangan RI;
4. Para Deputi di Kementerian Riset dan Teknologi;
5. Para Staf Ahli Menteri Negara Riset dan Teknologi; dan
6. Sekretaris Kementerian Riset dan Teknologi.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 7 Nopember 2012

**MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA,**

TTD.

GUSTI MUHAMMAD HATTA

Petikan yang sah sesuai dengan aslinya
Kementerian Riset dan Teknologi
Kepala Biro Hukum dan Humas,


Anny Sulaswatty

SURAT TUGAS

No. : 144 /ST/LP3M-ITI/XV/2013

PETIKAN

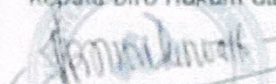
Lampiran
Keputusan Menteri Negara Riset dan Teknologi
Nomor : 187/M/Kp/XI/2012
Tanggal : 7 Nopember 2012

Perihal: Sehubungan dengan telah dilaksanakan Seminar Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (SIRSI) 2013 di Hotel Grand Sahid Jaya Jakarta, maka perlu dikeluarkan Surat Tugas.

Penetapan Judul Proposal Insentif Riset SINas yang diajukan untuk dibiayai oleh APBN tahun anggaran 2013
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT, INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

No Urut	No. Identitas	Kegiatan	Judul	Tahun Riset ke-	Anggaran yang didukung KRT (Rp.)	Peneliti Utama
1	2	3	4	5	6	7
181	RT-2013-1073	11	Produksi Biodiesel dalam Sistem Reaksi Tiga Fasa Menggunakan Slurry Bubble Column Reactor Aliran Kontinu	1	250,000,000	Dr. Ir. Joelianingsih MT
JUMLAH:					250,000,000	

Petikan yang sah sesuai dengan aslinya
Kementerian Riset dan Teknologi
Kepala Biro Hukum dan Humas,


Anny Sulaswatty

Ditetapkan di Jakarta
MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA

1. Menetapkan hasil tugas kepada Direktur LP3M ITI
2. Biaya seminar diambilkan dari dana penelitian Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (SIRSI) Kementerian Riset dan Teknologi.
3. Dilaksanakan dengan seksama dan penuh rasa tanggung jawab.

TTD
GUSTI MUHAMMAD HATTA

Serpong, 6 Nopember 2013
Lembaga Penelitian Pengabdian
Masyarakat
Direktur



Tembusan Yd:
1. Wakil Rektor
2. Kepala Prodi Teknik Kimia
3. Kepala Divisi Adm SDM



SURAT TUGAS
No. : 144 /ST/LP3M-ITI/XI/2013

Pertimbangan : bahwa dalam rangka mengikuti Seminar Intensif Riset Sinas Tahun 2013 di Hotel Grand Sahid Jaya Jakarta, maka perlu dikeluarkan Surat Tugas.

D a s a r : 1. Pengumuman dari Sekretariat Insentif Riset Sinas Kementerian Riset dan Teknologi tanggal 24 Oktober 2013
2. Kepentingan ITI

DITUGASKAN

Kepada : 1. Dr. Ir. Joelianingsih, MT
2. Ir. Erfin Yundra Febrianto
3. Eki Syahrul Umam

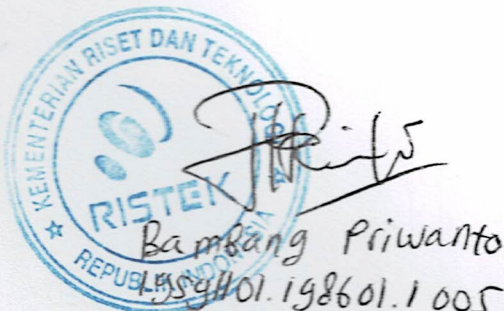
Untuk : 1. Mengikuti Seminar Intensif Riset Sinas Tahun 2013 sebagai pemakalah yang berjudul "Produksi Biodiesel Dalam Sistem Reaksi Tiga Fasa Menggunakan Slurry Bubble Column Reactor Aliran Kontinu" pada tanggal 7 – 8 Nopember 2013 bertempat di Hotel Grand Sahid Jaya Jl. Jend. Sudirman No. 86 Jakarta.
2. Melaporkan hasil tugas kepada Direktur LP3M ITI
3. Biaya seminar diambilkan dari dana penelitian Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (Sinas) Kementerian Riset dan Teknologi.
4. Dilaksanakan dengan seksama dan penuh rasa tanggung jawab.

Serpong, 6 Nopember 2013
Lembaga Penelitian Pengabdian
dan Pemberdayaan Masyarakat
Direktur



Dr. rer. nat. Abu Amar

Tembusan Yth.
1. Wakil Rektor
2. Ka. Prodi Teknik Kimia
3. Ka. Divisi Adm SDM





Sertifikat

Sertifikat ini diberikan kepada :

Dr. Ir. Joelianing Sih. M.T

atas partisipasinya sebagai :

PEMAKALAH

Seminar Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional

“Membangun Sinergi Riset Nasional untuk Kemandirian Teknologi”

Jakarta, 7-8 November 2013

Kementerian Riset dan Teknologi
Deputi Bidang Relevansi dan Produktivitas Iptek



Dr. Ir. J. Wayan Budiastira

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas karunia Nya Prosiding Seminar Insentif Riset SINas (INSINAS 2013) dengan tema : **“Membangun Sinergi Riset Nasional untuk Kemandirian Teknologi”** ini dapat terselesaikan dengan baik.

Seminar INSINAS 2013 ini diselenggarakan di Jakarta pada tanggal 7 - 8 November 2013 oleh Asdep Relevansi Program Riset Iptek, Deputy Bidang Relevansi dan Produktivitas Iptek. Selain merupakan ajang komunikasi antar periset dan antara periset dengan para penggunanya, seminar ini juga merupakan bentuk pertanggung-jawaban (akuntabilitas) kepada publik tentang hasil-hasil kegiatan penyelenggaraan program Insentif Riset SINas tahun 2013.

Makalah-makalah yang didiskusikan oleh para peneliti dan para pakar pembahas ini meliputi 7 bidang prioritas pembangunan iptek seperti: teknologi pangan, energi, transportasi, TIK, pertahanan dan keamanan, kesehatan dan obat, serta material maju..

Tentunya disadari bahwa tiada gading yang tak retak, penyusunan prosiding ini pun masih jauh dari sempurna. Untuk itu segala kritik dan saran yang membangun akan kami terima dengan lapang dada.

Akhirnya penyusun sampaikan terima-kasih yang sebesar-besarnya kepada Pimpinan Kementerian Riset dan Teknologi dan semua pihak atas terbitnya buku prosiding seminar ini.

Jakarta, November 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
Sambutan Menteri Riset dan Teknologi	iii
PENGEMBANGAN KNOWLEDGE DISCOVERY TERINTEGRASI UNTUK MENGURANGI KERUGIAN DISTRIBUSI ENERGI LISTRIK DALAM RANGKA MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK <i>Erma Suryani, Rully Agus Hendrawan, Umi Salama, Achmad Jauhari, Syarifah Diana Permai, Arif Wibisono, Amna Shifia Nisafani</i>	1
RANCANG BANGUN SMART GRID-CONNECTED BI-DIRECTIONAL INVERTER BERKAPASITAS 10 KW 3-FASA UNTUK ENERGI TERBARUKAN DENGAN PENGENDALI BERBASIS GENERAL PURPOSE CONTROLLER (RISET TAHUN KE-2) <i>Eka Rakhman P., Riza, Hani Yuniarto EC, Ferdi Armansyah</i>	11
PEMANFAATAN LIMBAH BIOMASSA INDUSTRI KELAPA SAWIT UNTUK PRODUKSI BIOETANOL GENERASI 2 DAN Co- PRODUCTS <i>Yanni Sudiyani, Muryanto, Vera Barlianti, Eka Triwahyuni, Yosi Aristiawan, Lucky Risanto dan Euis Hermiati</i>	21
SINTESIS BIODIESEL DARI LIMBAH MINYAK NABATI TERKATALISIS (SO ₄ /ZrO ₂) DAN (KOH/ ZrO ₂) <i>Karna Wijaya, Ernandya Wulandari, lip Izul Falah, Nuryono and Sahat Simbolon</i>	30
SINTESIS DAN AKTIVITAS FOTOKATALITIK La-C-DOPED NaTaO ₃ UNTUK EVOLUSI HIDROGEN DARI AIR PADA CAHAYA VISIBEL <i>Husni Husin, Mahidin, Zuhra</i>	39
PENGEMBANGAN DAN APLIKASI KONSEP MATERIAL ATTRACTIVENESS PROLIFERASI INTRINSIK PRODUKSI PLUTONIUM PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR (PLTN) <i>Sidik Permana, Ismail, Novitrian, Nuri Trianti, Idarta K Aji, Geby Saputra, Aditya Rizki Purnama</i>	48
FREKUENSI LATAR PADA RUANG PENGUJIAN BARU (BACKGROUND FREQUENCY ON THE NEW CHAMBER) <i>Teti Zubaidah, Bulkis Kanata, Paniran</i>	59
PENINGKATAN KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK BIOGAS BERBASIS LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN SCALE-UP BIOREAKTOR HIBRID ANAEROBIK DARI 2,5 M ³ MENJADI 12,5 M ³ : Pengujian Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob Skala Pabrik <i>Adrianto Ahmad, Bahruddin dan Amir Hamzah</i>	72
ANTENA PEMANEN CAHAYA BERBASIS BIO SEBAGAI DASAR PENGEMBANGAN KUALITAS PENANGKAPAN CAHAYA ARTIFISIAL	82

FOTOVOLTAIK – SEBUAH ULASAN PENDEK <i>Tatas H.P. Brotosudarmo, Monika N.U. Prihastyanti, Indriatmoko, Ocky Karna Radjasa</i>	
PEMBUATAN KOMPONEN SEL SURYA TERSENSITASI PEWARNA MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SPRAY <i>Agus Purwanto, Wahyudi Sutopo, Muhammad Nizam, Hendri Widiyandari, Kuncoro Diharjo, Goib Wiranto, Hendro Nurhadi</i>	87
OPTIMASI PROSES PRETREATMENT PADA KONVERSI ENZIMATIK BAGAS TEBU MENJADI GULA REDUKSI <i>Arief Widjaja, Setyo Gunawan, Arief Rahmatullah, dan Aliyah Purwanti</i>	95
SCALE-UP DIMENSI FOTOELEKTRODA PADA SEL SURYA FLEKSIBEL BERBASIS DYE-SENSITIZED <i>Lia Muliani, Shobih, Jojo Hidayat, Erlyta Septa Rosa, dan Brian Yulianto</i>	103
SISTEM PENYIMPAN HIDROGEN DALAM BENTUK PARTIKEL NANO AMMONIA BORANE UNTUK APLIKASI HYDROGEN FUEL CELL <i>Imam Prasetyo, Maria C. Prihatiningsih, Edy Giri R. Putra</i>	108
HIDROLISIS LIGNOSELULOSA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN CAIRAN IONIK DAN SELULASE <i>Lucy Arianie, Nora Idiawati, Deana Wahyuningrum</i>	118
TRANSESTERIFIKASI SATU-TAHAP CPO LOW-GRADE MENGGUNAKAN KATALIS UNGGUL SILIKO ORGANIK ASAM POLISULFONAT UNTUK MENGHASILKAN BIODIESEL <i>Frisda Rimbun Panjaitan, Nimpan Bangun</i>	123
PERANCANGAN DAN UJI KINERJA PROTOTIPE REAKTOR KOLOM GELEMBUNG KAPASITAS SATU LITER UNTUK PRODUKSI BIODIESEL <i>Joelianingsih, Wahyudin, Erfan Y Febrianto</i>	127
PENGEMBANGAN JARINGAN SISTEM SENSOR TERINTEGRASI UNTUK PENGUKURAN PARAMETER GAS PADA DIGESTER BIOGAS SKALA INDUSTRI KECIL DAN MENENGAH <i>Iwan Sugriwan, Abubakar Tuhuloula, Ahmad Jauhari Fuadi</i>	137
DESAIN FLUIDIZED BED GASIFIER UNTUK CO-GASIFIKASI LIMBAH SAMPAH, BIOMASA DAN BATUBARA <i>I N. Suprpta Winaya, Rukmi Sari Hartati, I Putu Lokantara, I GAN Subawa</i>	144
OPTIMASI PEMISAHAN TiO ₂ DARI ILMENITE BANGKA SEBAGAI BAHAN BAKU DYE SENSITIZED SOLAR CELL <i>Sayekti Wahyuningsih, Hari Hidayatullah, Edi Pramono, Sentot Budi Rahardjo, Ari Handono Ramelan, Riza Suryana, Agus Supriyanto, Florentinus Firdiyono, Eko Sulistiyono</i>	151
PEMBUATAN FOTO-ANODA TITANIUM DIOKSIDA (TiO ₂) DENGAN METODE SPRAY DEPOSITION DAN APLIKASINYA PADA DYE- SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) <i>Hendri Widiyandari, Agus Purwanto, Kuncoro Diharjo, V. Gunawan Slamet1, Jatmiko Endro Suseno</i>	159
PEMODELAN DAN UJI TESTING TURBIN ANGIN SKALA KECIL DI KUPANG NTT <i>Ayub Amheka, Jonri Lomi Ga, Jodi Zacharias</i>	164

KERAGAAN KARAKTER AGRONOMI BEBERAPA GENOTIPE UNGGUL JARAK PAGAR NUSA TENGGARA BARAT HASIL SELEKSI (IMPROVED POPULATION) PADA AWAL SIKLUS PRODUKSI PERTAMA <i>IGM Arya Parwata, IGP Muliarta Aryana, Bambang B. Santoso</i>	169
KAJIAN KONVERSI SAMPAH KOTA SEBAGAI SUMBER BAHAN BAKAR GENERATOR LISTRIK (STUDI KASUS KABUPATEN KUBU RAYA, KALIMANTAN BARAT) <i>Seno D. Panjaitan, Sukandar, Berlian Sitorus, Yandri</i>	175
PENGEMBANGAN SEL SURYA BERBASIS DYE DENGAN GEL ELEKTROLIT HIBRID DAN PROSES FABRIKASINYA DENGAN TEKNIK ROLL-PRINTING SEDERHANA <i>Rahmat Hidayat, Waode Sukmawati Arsyad, Herlin Pujiarti, Pardi Sampe Tola, Priastuti Wulandari, Fitrilawati</i>	182
KAJIAN TEKNIK RANCANG BANGUN SISTEM TRANSMISI PENINGKATAN KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT DENGAN SISTEM BANDUL <i>Mukhtasor, Rudi Walujo Prastianto, Irfan Syarif Arief, Harus Laksana Guntur, Hadi Setiyawan, Maulidiyah, Zamrisyaf</i>	188
PENUTUP	198

PERANCANGAN DAN UJI KINERJA PROTOTIPE REAKTOR KOLOM GELEMBUNG KAPASITAS SATU LITER UNTUK PRODUKSI BIODIESEL

Joelianingsih¹⁾, Wahyudin¹⁾, Erfin Y Febrianto²⁾

¹Program Studi Teknik Kimia - Institut Teknologi Indonesia
Jl. Raya Puspiptek Serpong – Tangerang Selatan 15320
Telepon (021) 7561092
e-Mail : joelianingsih@yahoo.com

²Pusat Penelitian Fisika – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Kompleks Puspiptek – Serpong-Tangerang Selatan 15314

Jakarta, 7 - 8 November 2013

ABSTRAK

Prototipe peralatan yang terdiri dari vaporizer, superheater, reaktor kolom gelembung (RKG), condensor dan rangkaiannya dalam satu sistem terintegrasi dengan sistem pengendalian laju alir dan temperatur telah dirancang. Prototipe telah diujicoba secara semi-batch tanpa menggunakan katalis dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi optimum dengan memvariasikan laju alir metanol (5 dan 10 mL/menit), temperatur (250, 270 dan 290 °C) dan volume awal minyak dalam reaktor (0,5 dan 1 L). Hasil terbaik diperoleh pada volume awal 1 L, dengan temperatur reaksi 250 °C dan laju alir metanol 10 mL/menit. Hasil biodiesel terbaik dianalisa menggunakan metode EN14105 termodifikasi untuk menentukan kadar pengotor berupa gliserol bebas, mono-, di-, dan trigliserida. Diperoleh kadar gliserol bebas 0,018 % (m/m), kadar mono-, di-, dan trigliserida berturut-turut adalah 0,005; 0,001 dan 0,017% (m/m). Kadar pengotor ini telah memenuhi syarat SNI -7182:2012. Namun yield yang dihasilkan hanya sekitar 3,4% (m/m) dalam waktu reaksi 1 jam. Peralatan masih perlu perbaikan bentuk sparger dan sistem pendingin di kondensor. Selain perancangan dan ujicoba prototipe RKG untuk produksi biodiesel juga dilakukan preparasi katalis sulfated zirconia dengan prosedur sesuai referensi. Sintesa katalis dari 100 gram $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ dihasilkan 48 gram Sulfated Zirconia (yield 48 % massa). Uji karakteristik meliputi analisa gugus sulfat dengan FTIR (Fourier Transform Infra Red), analisa fasa dengan X-ray Diffraction (XRD) serta luas permukaan BET (Brunauer-Emmett-Teller). Hasil analisa FTIR terlihat bahwa sulfatasi katalis zirkonia telah berhasil dilakukan terbukti dengan teridentifikasinya gugus sulfat pada panjang gelombang 997,20; 1045,42; 1074,35; 1143,79 dan 1249,87 cm^{-1} . Hasil analisa XRD katalis menunjukkan bahwa hanya ada satu fasa yaitu zirkonia (ZrO_2), proses kalsinasi katalis berhasil mengubah seluruh zirkonium hidroksida/ $Zr(OH)_4$ menjadi zirkonia. Hasil analisa BET terbaik sebesar 53,2526 m^2/g , sedangkan beberapa referensi hasinya di atas 100 m^2/g . Perlu perbaikan metode agar luas permukaan katalis dapat ditingkatkan. Selanjutnya akan diujicoba katalis sulfated zirconia pada RKG untuk meningkatkan produktifitas biodiesel.

Kata Kunci : Reaktor kolom gelembung, biodiesel, sulfated zirconia

I. PENDAHULUAN

Biodiesel didefinisikan sebagai monoalkil ester dari asam-asam lemak rantai panjang yang terkandung dalam minyak nabati atau lemak hewani untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel [1]. Biodiesel dapat diperoleh melalui

reaksi transesterifikasi minyak nabati/trigliserida (TG) dan atau reaksi esterifikasi asam lemak tergantung dari kualitas minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku. Pada produksi komersial saat ini katalis yang digunakan pada

proses transesterifikasi adalah basa /alkali, biasanya digunakan natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH) sedangkan untuk reaksi esterifikasi digunakan katalis asam, biasanya asam sulfat (H_2SO_4) yang bersifat homogen dengan fasa reaktan (larut dalam metanol). Reaksi esterifikasi digunakan sebagai reaksi pendahuluan sampai kandungan asam lemak bebas (ALB) di dalam minyak berkurang menjadi 2 %, selanjutnya diikuti dengan reaksi transesterifikasi TG.

Kelemahan proses produksi biodiesel dengan katalis homogen adalah kesulitan pada pemisahan gliserol dari biodiesel (gliserol yang dihasilkan kemurniaannya rendah), diperlukan proses penghilangan sisa katalis dan produk tersabunkan melalui netralisasi, pencucian dan pengeringan, perlu pra-esterifikasi untuk minyak dengan kadar ALB di atas 2%. Proses pencucian menghasilkan limbah cair yang perlu diolah, katalis tidak bisa dipergunakan kembali dan perolehan kembali metanol berlebih (ekses) lebih sulit. Kelemahan proses dengan katalis homogen dapat diatasi dengan cara pembuatan biodiesel secara non-katalitik atau dengan menggunakan katalis heterogen.

Proses produksi biodiesel secara non-katalitik telah dilaporkan oleh beberapa peneliti, diantaranya pada kondisi superkritik metanol oleh Demirbas, A.[2], Saka dan Kusdiana [3] dengan kondisi reaksi 350 °C, 20 MPa (200 bar), rasio metanol terhadap minyak 42 mol, reaksi dapat berlangsung sangat cepat dengan waktu reaksi sempurna hanya 4 menit. Namun penggunaan reaktor bertekanan tinggi selain memerlukan investasi (harga reaktor bertekanan tinggi) dan biaya produksi tinggi (energi untuk menaikkan temperatur dan tekanan bahan) juga beresiko membahayakan keamanan dan keselamatan karena menjadi lebih mudah meledak (eksplosif), sehingga untuk diterapkan pada skala komersial masih perlu dipertimbangkan.

Salah satu teknologi proses produksi biodiesel yang telah dikembangkan oleh Joelianingsih, *et.al.* adalah produksi biodiesel secara non-katalitik dalam suatu *bubble column reactor* (BCR) atau reaktor kolom gelembung (RKG). Ujicoba pada temperatur 250, 270 dan 290 °C menunjukkan bahwa kemurnian biodiesel yang dihasilkan terbaik (kadar metil ester 95,17%) pada temperatur 250 °C namun konversi (55,07 %) dan yield (27,43 %) rendah dengan waktu reaksi 5 jam [4]. Petchmala

A, *et.al* melaporkan transesterifikasi minyak sawit murni menggunakan katalis padat SO_4 /ZrO_2 menunjukkan konversi 90% dalam waktu 10 menit pada 250 °C dan 10-15 MPa [5]. Memperhatikan temperatur reaksi yang sama, penggunaan katalis heterogen pada RKG dapat dioperasikan pada tekanan 1 atm sehingga kualitas dan produktivitasnya meningkat dan penggunaan tekanan tinggi dapat dihindari.

Keaktifan katalis padat (heterogen) memang lebih rendah dibandingkan dengan katalis homogen, namun mempunyai keunggulan diantaranya umur pakainya yang panjang (sampai 200 jam keaktifannya masih stabil), katalis dapat dipergunakan kembali serta tidak menimbulkan efek korosi pada dinding reaktor. Dengan demikian walaupun harga katalis oksida logam lebih mahal namun beberapa kelebihan yang dimilikinya dapat mengimbangi bahkan menutupi kelebihan harga belinya. Penggunaan katalis heterogen sudah banyak dilaporkan diantaranya Benjaram M.R, *et.al* (2005)[6], Anton A.K, *et.al* (2008) [7] dan Xin Deng, *et.al.* (2011) [8].

Salah satu jenis katalis heterogen adalah *sulfated zirconia*. Zirkonia telah menunjukkan aktivitas katalitik dan juga *support* yang baik untuk katalis, hal ini dikarenakan stabilitas termal tinggi, stabilitas di bawah kondisi oksidasi dan reduksi, dan karakter amfoterik kelompok hidroksil permukaannya. Zirkonia sulfat adalah contoh katalis padat asam super dan menunjukkan aktivitas katalitik yang tinggi karena gugus asam aktif [9]. (Tanabe, 1994).

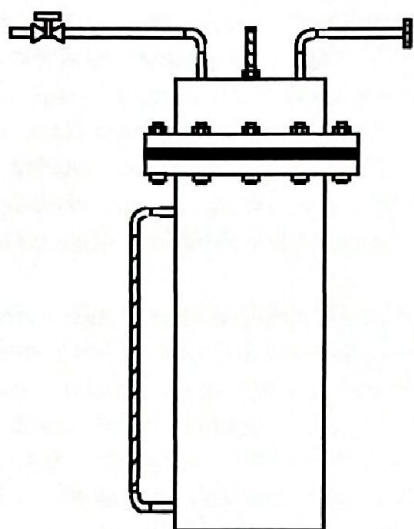
Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu prototipe RKG, dilanjutkan dengan uji kinerja protipe alat untuk mereaksikan minyak dalam fase cair dan metanol dalam fasa uap dengan atau tanpa bantuan katalis untuk menghasilkan metil ester (biodiesel). Kapasitas minyak dalam reaktor adalah 1L, dilengkapi dengan *sparger* untuk mengalirkan uap metanol. Katalis *sulfated zirconia* (S-ZrO₂) disintesa dan dikarakterisasi sesuai referensi.

II. METODE

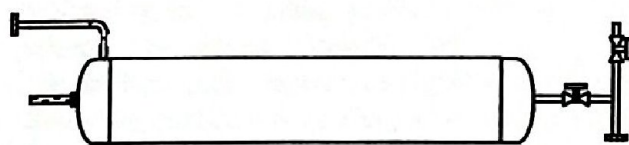
• Perancangan Prototipe

Prototipe terdiri dari 4 peralatan utama yaitu vaporizer (gambar 1) untuk menguapkan metanol, superheater (gambar 2) untuk pemanasan lanjut uap metanol, RKG (gambar 3) dan kondensor

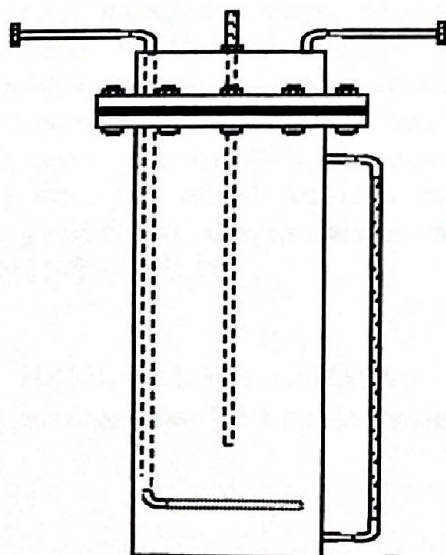
(gambar 4). Sparger untuk membentuk gelembung uap metanol berbentuk pipa dengan 5 buah lubang berdiameter 2 mm (gambar 5). Peralatan tersebut dirangkai dalam suatu sistem yang terintegrasi dengan sistem pengaliran bahan baku dan produk yang dilengkapi pengaturan laju alir dan kontrol temperatur. Peralatan utama tersebut dibuat di Bengkel Sinar Rejeki (Machinery Contractor & Modification Design, Jl. Raya Puspiptek No.42, Muncul - Serpong, Tangerang Selatan). Peralatan pendukung berupa *rotary evaporator* diperlukan untuk mendapatkan produk akhir (biodiesel dan gliserol) dirangkai terpisah.



Gambar 1. Rancangan Alat Vaporizer

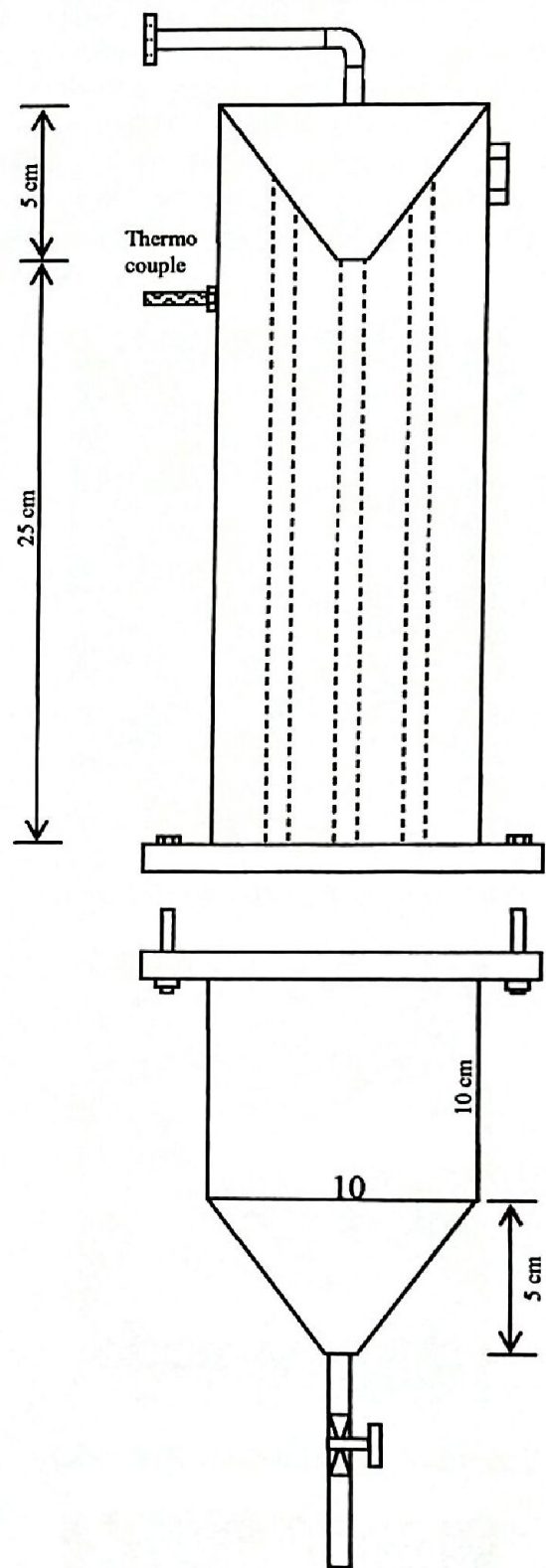


Gambar 2. Rancangan Alat Superheater

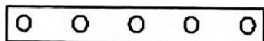


Gambar 4. Rancangan Alat Kondensor

Gambar 3. Rancangan Alat RKG



Gambar 4. Rancangan Alat Kondensor



Gambar 5. *Sparger* dalam RKG

- **Uji Kinerja Prototipe**

Uji kinerja prototipe dilakukan di laboratorium penelitian Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia. Pada awalnya kinerja masing masing alat diuji apakah semua sudah dapat bekerja sesuai rancangan dan fungsinya. Selanjutnya dilakukan ujicoba sintesa biodiesel menggunakan minyak goreng sawit sebagai bahan baku. Ujicoba dilakukan secara semi-batch lebih dahulu untuk mendapatkan kondisi optimum dengan memvariasikan temperatur reaksi (250, 270 dan 290 °C, laju alir metanol (5 dan 10 mL/menit) dan volume awal minyak dalam reaktor (0,5 dan 1 L). Hasil terbaik dianalisis komposisi pengotornya yaitu gliserol bebas, mono-, di-, dan trigliserida dengan metode EN14105 termodifikasi [10].

- **Sintesa dan Karakterisasi *Sulfated Zirconia***

100 gram $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ dilarutkan dalam 1000 ml aquadest. Setelah larut semua, teteskan Amonia tetes demi tetes sampai pH = 9 sehingga membentuk endapan zirkonium hidroksida / $Zr(OH)_4$. Endapan disaring dan dicuci dengan aquadest sampai bebas Cl, kemudian dikeringkan di oven dengan tekanan atmosfer pada temperatur 120°C selama 16 jam. Setelah kering $Zr(OH)_4$ di impregnasi dengan larutan H_2SO_4 1 N, dengan perbandingan 1 gram sampel / 15 ml H_2SO_4 selama 30 menit. Setelah itu disaring dan dikeringkan pada temperatur 120°C. Selanjutnya dilakukan analisa termal dengan menggunakan alat Diferential Thermal Analyzer (DTA) untuk mengetahui temperatur kalsinasi. Setelah kering dilakukan proses kalsinasi pada temperatur 650°C selama 3,5 jam. Uji FTIR (Fourier Transform Infra Red) untuk mengetahui gugus yang terkandung dalam senyawa dilakukan sebelum impregnasi dan setelah kalsinasi. Analisis struktur kristal dengan menggunakan X Ray Diffraktometer dan uji luas permukaan butir BET (Brunauer–Emmett–Teller) dilakukan setelah kalsinasi dengan dan tanpa penghalusan dengan mortar dan High Energy Milling (HEM)

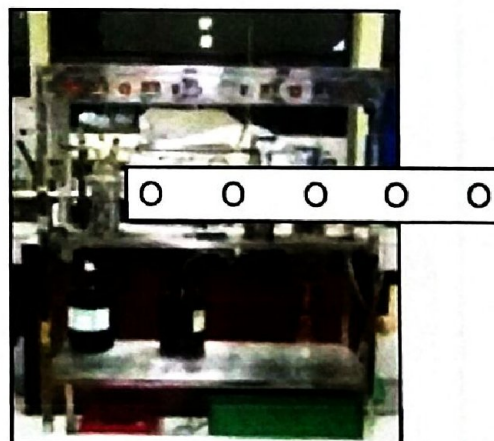
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

- **Perancangan dan Uji Kinerja Prototipe**

Prototipe peralatan telah diujicoba untuk memproduksi biodisel secara non-katalitik lebih dulu dengan laju alir metanol 5 dan 10 mL/menit pada temperatur reaksi 250, 270 dan 290 °C dengan menggunakan bahan baku minyak goreng sawit. Gambar prototipe secara utuh disajikan pada gambar 6 dan 7, rangkaian alat *rotary evaporator* disajikan pada gambar 8. Hasil ujicoba dalam bentuk yield setelah satu jam reaksi dan foto produk biodiesel dalam botol sampel disajikan pada Tabel 1.



Gambar 6. Tampak Samping Prototipe












Gambar 7. Tampak Depan Prototipe



Gambar 8. Rotary Evaporator

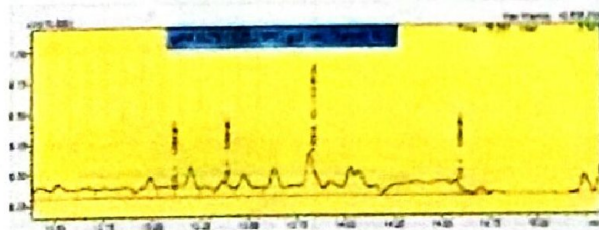
Tabel 1. Hasil Ujicoba Prototipe RKG

Volume minyak (L)	Laju Alir Metanol, mL/menit	Temperatur (°C)	Yield (% massa) Pada 1 jam	Foto Sample Produk
1	5	250	1.466	
1	10	250	3.409	
0.5	5	250	0.708	
0.5	5	270	4.160	
0.5	7.5	250	0.644	
0.5	7.5	270	1.384	
0.5	10	250	0.966	
0.5	10	270	2.322	
0.5	10	290	9.248	

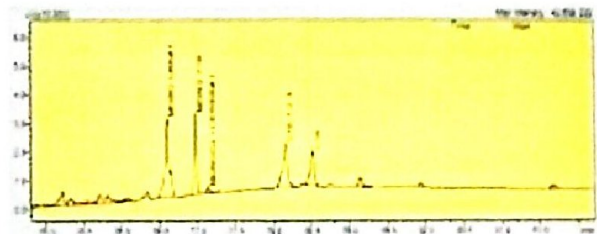
Berdasarkan pengamatan visual produk biodiesel terbaik (jernih dan encer) adalah pada volume minyak awal dalam reaktor 1 L, temperatur reaksi 250 °C dengan laju alir metanol 10 mL/menit. Hasil analisa GC produk ini dengan metode EN14105 termodifikasi [10] dilakukan secara duplo disajikan pada Tabel 2. Gambar 9, 10, 11 dan 12 menunjukkan chromatogram dari gliserol bebas, mono-, di dan trigliserida. Terlihat bahwa biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi syarat EN 14214 maupun SNI 7182:2012.

Tabel 2. Hasil Analisa Produk Biodiesel Terbaik

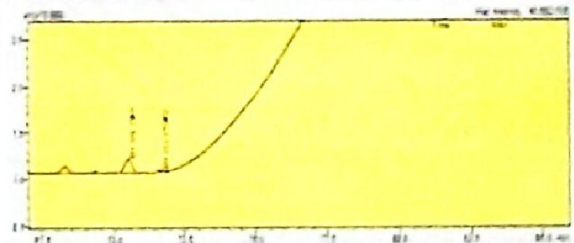
Ulangan 1	AREA	Kadar (% massa)
Gliserol	99108,3	0,022
Monogliseerida	285074,7	0,004
Digliserida	17164,7	0,000
Trigliserida	45320,7	0,016
Ulangan 2	AREA	Kadar (% massa)
Gliserol	66810,5	0,015
Monogliseerida	323999,9	0,005
Digliserida	28686,4	0,001
Trigliserida	53397,3	0,019
Rata-rata Ulangan 1 dan 2	Syarat EN 14214 (% massa)	Kadar (% massa)
Gliserol	Maks 0,02	0,018
Monogliseerida	Maks 0,80	0,005
Digliserida	Maks 0,20	0,001
Trigliserida	Maks 0,20	0,017



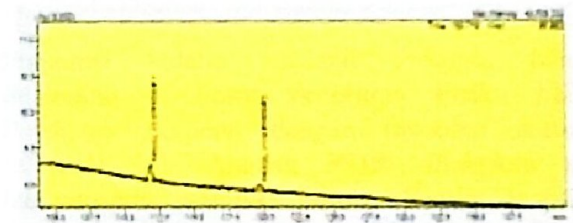
Gambar 9. Chromatogram GC Gliserol Bebas



Gambar 10. Chromatogram GC Monogliserida

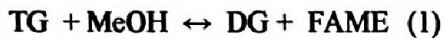


Gambar 11. Chromatogram GC Digliserida



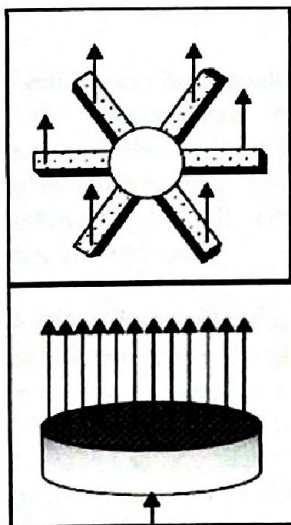
Gambar 12. Chromatogram GC Trigliserida

Berdasarkan hasil-hasil ujicoba sebagaimana disajikan pada tabel 1 dan 2 secara kualitas ada produk biodiesel yang telah dihasilkan sesuai harapan, namun secara kuantitas terlihat hasil yield biodiesel yang masih rendah. Adanya produk yang berupa padatan kemungkinan karena reaksi yang tidak sempurna. Reaksi transesterifikasi minyak/ trigliserida (TG) dengan metanol (MeOH) berlangsung dalam 3 tahap reaksi seperti pada persamaan (1), (2) dan (3). Satu mol TG bereaksi dengan 1 mol MeOH menghasilkan satu mol FAME dan 1 mol digliserida (DG). Selanjutnya 1 mol DG bereaksi dengan 1 mol MeOH menghasilkan 1 mol FAME dan 1 mol monogliserida (MG). Akhirnya 1 mol MG bereaksi dengan 1 mol MeOH menghasilkan 1 mol FAME dan 1 mol gliserol (GL) [11].



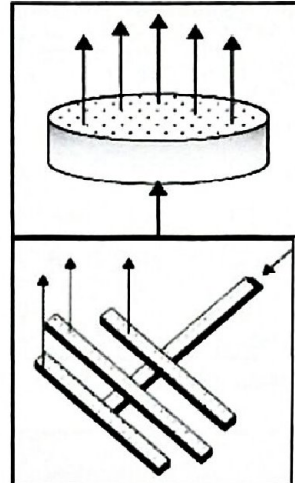
Reaksi tahap 3 merupakan reaksi yang berjalan paling lambat karena MG merupakan senyawa antara yang paling stabil dibandingkan DG dan TG [12] Berdasarkan sumber literatur [13] senyawa monogliserida memiliki titik beku diatas temperatur ruangan sehingga pada kondisi ruangan akan mudah menjadi beku. Tidak terbentuknya 2 lapisan pada produk reaksi menunjukkan bahwa produk GL yang dihasilkan masih sangat kecil sebagai akibat dari lambatnya reaksi tahap 3.

Untuk mendapatkan hasil yang baik secara kualitas dan kuantitas, sistem *sparger* di reaktor harus diperbaiki agar mampu menghasilkan gelembung metanol yang banyak dan kecil-kecil agar reaksi antar fasa (minyak dan uap metanol) dapat berlangsung merata di seluruh bagian cairan minyak dalam reaktor sehingga yield produk akan meningkat. Beberapa contoh bentuk *sparger* yang akan digunakan untuk perbaikan selanjutnya disajikan pada gambar 13 [14].



(a) Bentuk Spider

(b) Plat Berpori



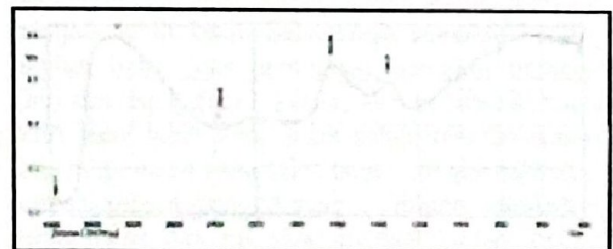
(c) Plat Berlubang (d) Multiple Orifice Nozzle

Gambar 13. Berbagai Macam Jenis Sparger

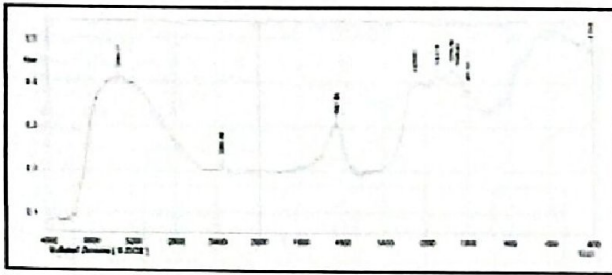
• Sintesa dan Karakterisasi *Sulfated Zirconia*

Preparasi katalis sulfated zirkonia telah dilakukan di Pusat Penelitian Fisika LIPI Puspiptek Serpong dengan prosedur sesuai referensi [6]. Analisa FTIR dilakukan di laboratorium analisa Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia, analisa luas permukaan BET dilakukan di BATAN –Puspiptek Serpong, sedangkan analisa XRD dilakukan di Pusat Laboratorium Terpadu, Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta.

Sintesa katalis dari 100 gram $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ dihasilkan 48 gram Sulfated Zirkonia (yield 48 % massa). Hasil analisa FTIR sebelum diimpregnasi dengan asam sulfat yang berupa $\text{Zr}(\text{OH})_4$ dan sesudah impregnasi dan kalsinasi (*sulfated zirconia*) ditunjukkan pada gambar 14 dan 15.



Gambar 14. Hasil Analisa FTIR $\text{Zr}(\text{OH})_4$



Gambar 15. Hasil Analisa FTIR S-ZrO₂

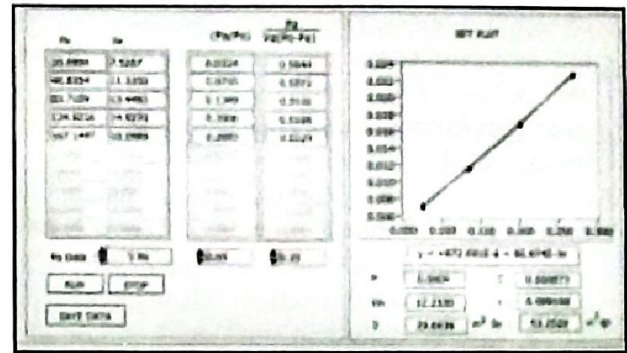
Gambar 14 dan 15 memperlihatkan adanya perbedaan profil absorbansi yaitu diantara panjang gelombang 1000 – 1280 cm⁻¹. Berdasarkan referensi [15], kelompok SO₂ dan SO dari senyawa sulfur menghasilkan *band* inframerah yang kuat dalam kisaran panjang gelombang 1000 – 1400 cm⁻¹. Pada tabel 3 diperlihatkan karakteristik panjang gelombang gugus S = O untuk sulfoxida, sulfonasi, asam sulfonat, sulfonamida, sulfonil klorida dan sulfonat.

Tabel 3. Karakteristik *Infrared Bands* untuk Senyawa- Senyawa Sulfur

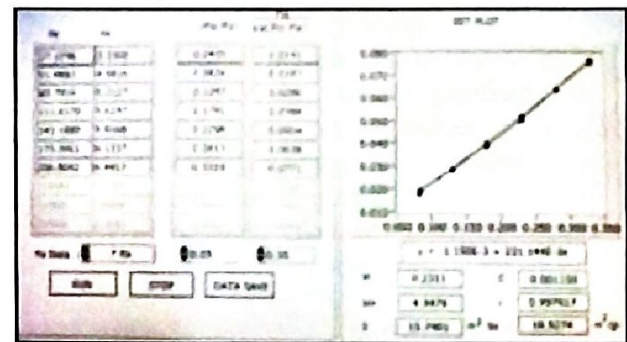
Wavenumber (cm ⁻¹)	Assignment
700–600	C–S stretching
550–450	S–S stretching
2500	S–H stretching
1390–1290	SO ₂ asymmetric stretching
1190–1120	SO ₂ symmetric stretching
1060–1020	S=O stretching

Berdasarkan hasil analisa FTIR pada gambar 15 dapat disimpulkan bahwa sulfatasi katalis zirkonia telah berhasil dilakukan terbukti dengan teridentifikasinya gugus sulfat pada panjang gelombang 997,20; 1045,42; 1074,35; 1143,79 dan 1249,87 cm⁻¹.

Analisa luas permukaan butir (BET) yang dihasilkan tanpa penghalusan adalah 35.1774 m²/g dengan penghalusan menggunakan mortar 53,2526 m²/g dan penggilingan dengan HEM 18,9274 m²/g. Hasil analisa BET dengan penghalusan mortar dan HEM disajikan pada gambar 16.



(a). BET Katalis dengan Penghalusan Mortar

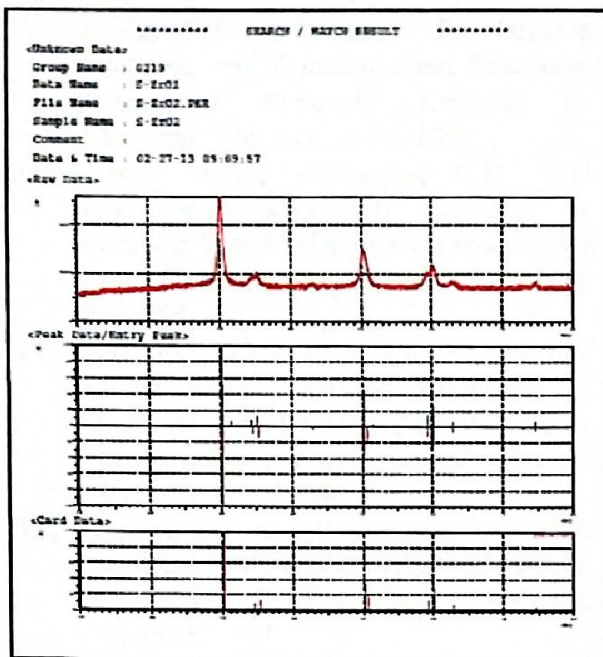


(b) BET Katalis dengan Penggilingan HEM

Gambar 16. Hasil Analisa Luas Permukaan Butir BET Katalis S-ZrO₂ Setelah Penghalusan

Proses penggilingan dimaksudkan untuk memperkecil ukuran butiran sehingga bisa diperoleh ukuran luas permukaan butir yang luas. Proses penggilingan dengan HEM dilakukan selama 48 jam.

Hasil pengukuran luas permukaan setelah dilakukan penggilingan dengan alat HEM didapatkan hasilnya lebih kecil dari pada sebelum penggilingan yang mana seharusnya hasilnya lebih besar. Hal ini disebabkan karena setelah proses penggilingan dan pengeringan terjadi penggumpalan butir, sehingga luas permukaannya menjadi lebih kecil. Seharusnya semakin kecil ukuran butir, luas permukaan semakin besar. Dari sini dapat ditarik kesimpulan bahwa ukuran butir yang lebih kecil tidak selalu memberikan luas permukaan yang lebih besar. Ini disebabkan karena proses penggilingan, butiran menjadi lebih halus dan ini akan mengakibatkan pori butir menjadi hilang akibat tertutup butir yang lebih halus atau butir menjadi pecah dan porinya menjadi hilang.



Gambar 17. Hasil Analisa XRD Katalis Sulfated Zirconia

Hasil analisa XRD katalis *sulfated zirconia* pada gambar 17 menunjukkan bahwa hanya ada satu fasa yaitu zirkonia (zirkonium dioksida). Hal ini menunjukkan keberhasilan proses kalsinasi katalis yang mengubah seluruh zirkonium hidroksida menjadi zirkonia.

IV. KESIMPULAN

1. Perancangan prototipe alat untuk sintesa biodiesel menggunakan RKG dengan kapasitas 1 L telah dilakukan. Pemurnian produk biodiesel dilakukan terpisah menggunakan rotary evaporator telah dipasang dan setelah diujicoba peralatan dapat beroperasi dengan baik.
2. Ujicoba prototipe dilakukan dengan variasi temperatur (250, 270 dan 290 °C), laju alir metanol (5; 7,5 dan 10 mL/menit) dan volume awal minyak (0,5 dan 1 L). Hasil terbaik pada temperatur reaksi 250 °C, laju alir metanol 10 mL/menit dengan volume awal minyak 1 L. Hasil analisa GC menunjukkan kualitas biodiesel memiliki kadar gliserol bebas, monogliserida, digliserida dan trigliserida berturut-turut 0,18 %; 0,005; 0,001; dan 0,017 %massa, ini telah memenuhi syarat EN 14214 maupun SNI 7182:2012.

3. Katalis *sulfated zirconia* telah disintesa dan dianalisa menggunakan FTIR, analisa fasa dengan XRD dan luar permukaan butir BET. Hasil menunjukkan keberhasilan dalam proses sulfatasi maupun kalsinasi dengan luas permukaan (BET) yang dihasilkan dengan penghalusan butir menggunakan mortar sebesar 53,2526 m²/g. Perlu dilakukan perbaikan proses untuk meningkatkan luas permukaan butir minimum 100 m²/g.
4. Perlu perbaikan protipe alat terutama pada sistem sparger dan sistem pendingin di kondensor untuk meningkatkan yield / produktifitas. Telah dipesan berbagai jenis sparger dan akan diujicoba dengan berbagai kondisi operasi dengan maupun tanpa katalis.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [19] Krawczyk, T. (1996), Biodiesel-Alternative Fuel Makes Inroads But Hurdles Remain, *INFORM*, Vol. 7, No. 8. pp 800-815.
- [20] Demirbas, A. (2002), Biodiesel from Vegetable Oils via Transesterification in Supercritical Methanol, *Energy Conversion & Management*, Vol. 43, pp 2349-2356.
- [21] Saka, S. and Kusdiana, D. (2001), Biodiesel Fuel from Rapeseed Oil as Prepared in Supercritical Methanol, *Fuel*, Vol. 80, pp 225-231.
- [22] Joelianingsih, Maeda, H., Nabetani, H., Sagara Y., Soerawidjaya, T.H., Tambunan, A.H., and Abdullah, K. (2008), Biodiesel Fuels from Palm Oil via the Non-Catalytic Transesterification in a Bubble Column Reactor at Atmospheric Pressure: a kinetic study, *Renewable Energy*, Vol. 33, No. 7. pp 1629-1636.
- [23] Petchmala, A., Laosiripojana, N., Jongsomjit, B., Goto, M., Panpranot, J., Mekasuwon-dumrong, O., and Shotipruk, A. (2010), Transesterification of Palm Oil and Esterification of Palm Fatty Acid in Near- and Super-Critical Methanol with SO₄-ZrO₂ Catalysts, *Fuel*, Vol. 89, pp 2387-2392.
- [24] Benjaram, M.R., Sreekanth, P.M., and Lakshmanan, P. (2005), Sulfated Zirconia

- as an Efficient Catalyst for Organic Synthesis and Transformation Reactions, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, Vol. 237, pp 93–100.
- [25] Anton, A.K., Alexandre, C.D., and Rothenberg, G. (2008), Biodiesel by Catalytic Reactive Distillation Powered by Metal Oxides, *Energy & Fuels*, Vol.22, pp 598–604.
- [26] Xin Deng, Zhen Fang, Yun-hu Liu, and Chang-Liu Yu, (2011), Production of Biodiesel from *Jatropha* Oil Catalyzed by Nanosized Solidbasic Catalyst, *Energy*, Vol. 36, pp 777- 784.
- [27] Tanabe, K., and Yamaguchi, T. (1994), Acid-Base Bifunctional Catalysis by ZrO_2 and Its Mixed Oxides, *Catal Today*, Vol. 20, pp 185–197.
- [28] Joelianingsih, Indra, I., and Purwaningsih, I.S. (2013), Modification Method of EN14105 for Determination of Free Glycerol and Mono-Di-Triglycerides Contents in Biodiesel, *International Seminar on Biorenewable Resources Utilization for Energy and Chemicals 2013 di ITB Bandung*, 10-11 Oktober 2013.
- [29] Diasakou, M., Louloudi, A., and Papayannakos, N. (1998), Kinetics of The Non-Catalytic Transesterification of Soybean Oil, *Fuel*, Vol.77, No.12. pp 1297-1302.
- [30] Warabi, Y., Kusdiana, D., and Saka, S. (2004), Reactivity of Triglycerides and Fatty Acids of Rapeseed Oil in Supercritical Alcohols, *Bioresource Technology*, Vol. 91, pp 283-287.
- [31] Gunstone, F.D., Harwood, J.L., and Padley, F.B. (1994), *The Lipid Handbook*, edisi ke 2, Chapman & Hall, University Press, Cambridge, pp 443-446.
- [32] Behkish, A. (2004), Hydrodynamic And Mass Transfer Parameters In Large-Scale Slurry Bubble Column Reactors, *Disertasi University of Pittsburgh*, pp 22-28
- [33] Stuart, B. (2004), *Infrared Spectroscopy : Fundamentals and Applications*, John Wiley & Son, pp 85-86.