

ISSN : 1693 - 1750

PROSIDING



SEMINAR

TJIPTO UTOMO

VOLUME 9 TAHUN 2012

**ENERGI DAN INTENSIFIKASI PROSES
DALAM PEMANFAATAN SUMBER DAYA ALAM INDONESIA
SECARA BERKELANJUTAN**



**Kamis, 27 September 2012
Gedung Darmawan (14) Lantai 3
Jl. PH. Mustofa No. 23, Bandung**

**Jurusan dan Himpunan Mahasiswa
Teknik Kimia**

Institut Teknologi Nasional (ITENAS) Bandung





SURAT TUGAS

No. : 127/ST/LP3M-ITI/IX/2012

Pertimbangan : bahwa dalam rangka mengikuti Seminar Teknik Kimia Tjipto Utomo di Insitut Teknologi Nasional Bandung, maka perlu dikeluarkan Surat Tugas.

Dasar : 1. Surat Ketua Panitia Seminar No. : 58/E.STU-9/ITENAS/IX/2012 tanggal 24 September 2012
2. Kepentingan ITI

DITUGASKAN

Kepada : Dr. Ir. Joelianingsih, MT/dosen Program Studi Teknik Kimia

Untuk : 1. Mengikuti Seminar Teknik Kimia Tjipto Utomo sebagai pemakalah yang berjudul " Hidrogenasi Parsial Biodiesel Jarak Pagar dan Teknik Pencampuran untuk Peningkatan Stabilitas Oksidasi " pada tanggal 27 September 2012 bertempat di Institut Teknologi Nasional Bandung Jawa Barat.
2. Melaporkan hasil tugas kepada Direktur LP3M ITI
3. Biaya seminar diambilkan dari dana penelitian strategis nasional dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Ditjen Dikti Kemdikbud.
4. Dilaksanakan dengan seksama dan penuh rasa tanggung jawab.

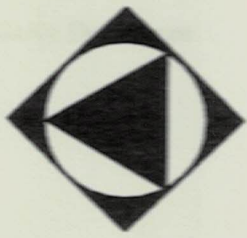
Serpong, 24 September 2012
Lembaga Penelitian Pengabdian
dan Pemberdayaan Masyarakat
Direktur



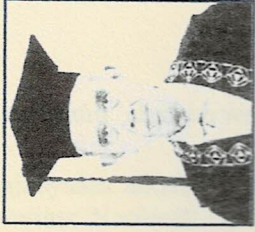
Dr. rer. nat. Abu Amar

Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor
2. Direktur Keu. & Akuntansi
3. Ka. Prodi Teknik Kimia
4. Ka. Divisi Adm SDM



S E R T I F I K A T



diberikan kepada

Dr. Ir. Joelianingsih, MT

PEMAKALAH

Seminar Teknik Kimia Tjipto Utomo 2012

B A N D U N G , 2 7 S E P T E M B E R 2 0 1 2

Ketua Jurusan



ITENAS
TEKNIK KIMIA

Carlina Noersalim, Ir., M.T.

Ketua Pelaksana

TEKNIK KIMIA ITENAS BANDUNG

PANITIA SEMINAR
TJIPTO UTOMO

Dicky Dermawan, S.T., M.T.

Susunan Panitia Seminar Tjipto Utomo 2012

Pelindung	: Rektor Institut Teknologi Nasional Dr. Ir. Imam Aschuri MT
Ketua Umum/Penanggung Jawab	: Ketua Jurusan Teknik Kimia ITENAS Ir. Carlina Noersalim MT
Ketua Pelaksana	: Dicky Dermawan ST MT
Sekretaris dan Bendahara	: Dyah Setyo Pertiwi ST MT Ph.D
Acara dan Dokumentasi	: Sirin Fairus STp MT Wildan Prayogo Drajat Gumilar Fitriana Manulang Anggi Eri Anggara Ridho Mirfiza Nur Rizal Achmad Hidayah Permata Alam Sarie Nerico Dwi Gunawan Alvina Petrinasuma Aprilianty Rifani Rahmawaty Rachmi Ayu Anggraini Rita Hastarita Bakti Prasetyo R.P.M. Tofik H.P. Leni Budi Astuti Purwata Yuda Syarifudin Nurul Ramadhani Roro Shelly Putri Mentari Aldy Pratama Valery Allan Ghazian M. Mujib F.N. Mohamad Handal Islami Silvia Fransiska Sinuhaji
Sekretariat	: Riza Martwan ST Dwiska Corynajjata Asry Trianjani Viska Febrianti Nurul Fitriani Jenicia Maria dos Reis Amaral Dwi Gandini Rahayu Utami Miliani Aprilia Sinta Nur Safira Azzahra Dhany Akhmad Kuswandi Rizky Nanda Surakhmat

Logistik dan Umum

Arfian

Siska Ayu Anggraini

: Salafudin ST MSc.

Dony Aryandi Tatengkeng

Rama Regawa Sri Anggayana

Frans Peterus

Andri Nurrohman

Eggi Teguh Herdiana

Galih Manata

Rifki Akbar Fadillah

Ilham Husnul Abid

Jemmy Lesmana

Daniel Octovianus Marpaung

Ukar Hidayat

Konsumsi

: Dra. Netty Kamal MS

Delima Putri Elda

Lena Marita

Vitri Banimulyanti

Hari Abdul Hadi

M. Faishal Tazhularifan

Rosemery

Wiwil Syukmalianda

Gracelia Ardy Rani

Daftar Makalah

- A1 *Kajian Diversifikasi Energi dengan Pemanfaatan Biomassa sebagai Co-fuel dalam Pembriketan Batubara Peringkat Rendah*, **Mahidin, Yanna Syamsuddin, Rini Wahyuni, Ernawati, Neri Amelia Sari, Susana Niny**, Jurusan Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala Banda Aceh
- A2 *Pengembangan Model Unit Pengeringan Karet dengan Menggunakan Energi Biomassa, Bayu dan Surya (biOYuYa)*, **Didin Suwardin**, Pusat Penelitian Karet ~ Balai Penelitian Sembawa
- A3 *Karakterisasi Peningkatan Reaktivitas Pembakaran Batubara Bituminus dengan Campuran Batubara Lignit Menggunakan TG-DTA*, **Cahyadi, Dwika Budianto, S.D. Sumbogo Murti, Ari Sartikasari, Adi Surjosatyo, Yulianto S. Nugroho**, Balai Besar Teknologi Energi BPPT dan Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia
- A4 *Identifikasi Komponen Kimia Asap Cair Tempurung Kelapa dari Wilayah Anyer Banten*, **Jayanudin, Endang Suhendi**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- A5 *Ekstraksi Minyak Biji Kapuk dengan Dua Pelarut (Metanol dan N-Heksan) untuk Pembuatan Biodiesel*, **Aprilina Purbasari, Silviana, Alfina IM, Nurmeilia R**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
- B1 *Pengaruh Kokatalis Pd/NiO pada $La_{0.02}Na_{0.98}TaO_3$ terhadap Fotokatalitik Produksi Hidrogen dari Air*, **Husni Husin**, Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalis, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Banda Aceh
- B2 *Pengembangan Kinerja Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell melalui Fabrikasi Membrane Electrode Assembly dengan Carbon Nanotube sebagai Penyangga Katalis*, **Bono Pranoto, Harun Al Rasyid, Nur M.Arifin, Dewi Anggraini**, Pusat Penelitian & Pengembangan Teknologi Ketenagalistrikan & Energi Baru Terbarukan dan Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia
- B3 *Modifikasi dan Karakterisasi Carbon Nanotube Terorientasi Tegak melalui Metode Filtrasi untuk Aplikasi Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC)*, **Bono Pranoto, Harun Al Rasyid, Nur M.Arifin, Widodo W Purwanto**, Pusat Penelitian & Pengembangan Teknologi Ketenagalistrikan & Energi Baru Terbarukan dan Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia
- B4 *Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) dan Peroksida Minyak Sawit Mentah (CPO) Menggunakan Bioadsorben dari Ampas Tebu*, **Yustinah, Hartini, Yuliyanti**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
- B5 *Peningkatan Kadar Etanol Teknis dengan Menggunakan Metode Adsorpsi Fisika*, **Mukhtar Ghozali, Iwan Ridwan, Dian Ratri Komardiani, Purwanti**, Program Studi Teknik Kimia- Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
- B6 *Hidrogenasi Parsial Biodiesel Jarak Pagar dan Teknik Pencampuran untuk Peningkatan Stabilitas Oksidasi*, **Joelianingsih, Rizqon Fajar, Is Sulistyati, Ratna M Sari, Elsa S.F Mapalicy**, Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia dan Balai Termodinamika Motor & Propulsi BPP Teknologi.

- C1 *Investigasi Morfologi Permukaan dan Distribusi Pori Membran Polietersulfon Menggunakan Atomic Force Microscopy*, **Nasrul Arahman, Bastian Arifin, Sri Mulyati**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Banda Aceh
- C2 *Studi Kinetika Reaksi Esterifikasi Minyak Jarak Pagar Curah (*Jatropha Curcas*) menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis $CS_{2,5}H_{0,5}PW_{12}O_{40}$* , **Nur Hidayati, Agung Sugiharto, Hendri Susanto**, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- C3 *Simulasi Pembuatan Biodiesel dari Minyak Dedak dengan Proses Distilasi Reaktif*, **Silviana, Aprilina Purbasari, Luqman Buchori**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
- C4 *Studi Sintesis Timah Oksida (SnO_2) Nano Partikel dengan Metode Sol Gel sebagai Bahan Aktif pada Sensor Gas*, **Slamet Widodo**, Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
- C5 *Pembuatan Seng Oksida (ZnO) Nano Partikel Dengan Metode Sol Gel sebagai Bahan Aktif Pada Sensor Gas*, **Slamet Widodo**, Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
- D1 *Kombinasi Proses Koagulasi dan Oksidasi Lanjut pada Pengolahan Limbah Cair Industri dan Domestik*, **Enjarlis**, Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia
- D2 *Pemanfaatan Zeolit Alam Bayah Pada Proses Penjernihan Asap Kebakaran dan Pengurangan Tingkat Racun Asap*, **Yuliusman, Sukma Pamungkas, Diana A.**, Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia
- D3 *Penurunan Kadar CO_2 dan H_2S pada Biogas dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Zeolit Alam*, **S.R. Juliastuti, Nuniek Hendrianie, Wirakartika Mutiarasmi, Anggreini Fajar P.L.**, Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- D4 *Analisis Kekuatan Header Boiler Pipa Api terhadap Beban Termal dan Tekan*, **Mamat**, Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
- D5 *Evaluasi Teknis Sistem Pengumpanan Bahan Bakar Wood Sawdust Pada Hybrid Boiler*, **Mamat**, Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
- D6 *Biokonversi Reject Nenas menjadi Bioetanol dengan Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae**, **Adrianto Ahmad, Said Zul Amraini, Edward, Khairat, Sri Rezeki Muria, Aisyah Ardy, Bambang Sutikno, M Febrian, Sarifah Aini, Yanny Octari**, Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau.

Seminar

Teknik Kimia Tjipto Utomo 2012



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. PKH. Hasan Mustafa No. 23 Bandung 40124 Telp. +62-22-7272215 ext. 141-143 Fax. +62-22-7202892
email: stutkitenas2012@gmail.com

Bandung, 24 September 2012

No. : 58/E.STU-9/ITENAS/IX/2012
Perihal : Hasil Review Makalah

Kepada
Yth. Sdr. Joelianingsih dkk.
Program Studi Teknik Kimia
Institut Teknologi Indonesia
Raya Puspiptek Serpong,
Tangerang 15320

Dengan hormat,

Panitia STU 2012 mengucapkan terima kasih atas partisipasi Saudara dengan mengirimkan makalah untuk direview. Setelah melalui proses review terhadap semua makalah yang masuk, maka kami menyatakan bahwa makalah Saudara yang berjudul:

Hidrogenasi Parsial Biodiesel Jarak Pagar dan Teknik Pencampuran untuk Peningkatan Stabilitas Oksidasi

Disetujui untuk dipresentasikan secara oral dalam sidang komisi STU 2012 dan diterbitkan dalam Prosiding STU 2012 (ISSN: 1693 – 1750) pada:

Hari/tanggal : Kamis, 27 September 2012
Tempat : Gedung Fakultas Lt. 3 Itenas
Jl. PHH Mustafa 23 Bandung 40124

Saudara diwajibkan menyiapkan slide presentasi dalam format PowerPoint (*.ppt atau *.pptx) dan harus sampai pada panitia selambat-lambatnya Rabu, 26 September 2012.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

Dicky Dermawan
Ketua Panitia Pelaksana
Seminar Tjipto Utomo 2012

Hidrogenasi Parsial Biodiesel Jarak Pagar dan Teknik Pencampuran untuk Peningkatan Stabilitas Oksidasi

Joelianingsih^a, Rizqon Fajar^{b*}, Is Sulistyati^a, Ratna M Sari^a, Elsa S.F Mapaliey^a

^a Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia
Jl Raya Puspiptek Serpong, Tangerang 15320, Email : joelianingsih@yahoo.com.

^b Balai Termodinamika Motor & Propulsi, BPP Teknologi, Gedung 230 Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang 15314, Email : rizqon_fajar@yahoo.com.

Abstrak

Penggunaan biodiesel memiliki keterbatasan dengan stabilitas oksidasi dan *cold-flow properties*. Biodiesel selain harus memenuhi spesifikasi yang terdapat pada SNI 04 - 7182 - 2006 juga memenuhi kriteria World Wide Fuel Charte (WWFC), 2009. Stabilitas oksidasi harus memenuhi spesifikasi, karena pada umumnya tangki bahan bakar terbuat dari logam yang mudah korosif sehingga diperlukan stabilitas oksidasi yang tinggi yaitu minimal 10 jam, seperti spesifikasi pada WWFC 2009. Stabilitas oksidasi yang rendah berkaitan dengan kandungan rantai *polyunsaturated* metil ester yang bersumber dari asam lemak minyak nabati asalnya. Hidrogenasi parsial dan pencampuran biodiesel jarak pagar dengan sawit dan oleat akan menurunkan komposisi *polyunsaturated* sehingga akan meningkatkan stabilitas oksidasi biodiesel jarak dari 2-3 jam menjadi minimal 10 jam. Uji karakterisasi yang dilakukan meliputi stabilitas oksidasi, CFPP (*Cold Filter Plugging Point*), bilangan iod, angka setana, viskositas, dan densitas melalui perhitungan berdasarkan suatu persamaan empiris dengan menganalisis komposisi asam lemak metil ester. Pada penelitian ini dipilih kondisi proses hidrogenasi parsial pada tekanan hidrogen 2 bar, suhu 120°C, pengadukan 1000 rpm dan waktu reaksi 2 jam. Hal ini atas pertimbangan pencapaian target stabilitas oksidasi, efisiensi waktu dan biaya penelitian. Hasil proses hidrogenasi parsial dengan kondisi tersebut menghasilkan nilai stabilitas oksidasi sekitar 7,7 jam atau sebanding dengan penurunan bilangan iod sekitar 10-13 g I₂/100g. Hal tersebut dianggap belum mencapai hasil yang optimum karena nilai stabilitas oksidasi belum mencapai 10 jam, maka dilanjutkan dengan proses pencampuran. Setelah dilakukan pencampuran antara biodiesel jarak-sawit dan biodiesel oleat diperoleh komposisi campuran biodiesel jarak-sawit (50:50) : biodiesel oleat optimum adalah pada komposisi 90:10 (perbandingan massa) dimana dengan stabilitas oksidasi sebesar 10,78 jam, dan karakteristik lainnya memenuhi standar SNI. Sedangkan stabilitas oksidasi tertinggi yaitu 17,26 jam diperoleh pada komposisi campuran biodiesel jarak- sawit (50:50) : biodiesel oleat pada komposisi 50 : 50.

Kata Kunci: biodiesel, *polyunsaturated*, hidrogenasi parsial, teknik pencampuran, stabilitas oksidasi.

1. Pendahuluan

Pada dasawarsa terakhir ini, terdapat minat yang cukup besar dalam bidang biodiesel (metil ester asam lemak/*fatty acid methyl ester* atau FAME) karena memiliki sifat yang mirip dengan bahan bakar mesin diesel [Prakoso dkk., 2009]. Penggunaan biodiesel memberikan banyak keuntungan, misalnya tidak perlu memodifikasi mesin, menghasilkan lebih sedikit emisi CO₂, CO, SO₂, karbon, dan hidrokarbon dibandingkan dengan bahan bakar diesel dari fraksi minyak bumi, tidak memperparah efek rumah kaca karena rantai karbon yang terlibat dalam siklus merupakan rantai karbon yang pendek, kandungan energinya mirip dengan bahan bakar minyak (sekitar 80% dari kandungan bahan bakar minyak), mempunyai angka setana lebih tinggi dari bahan bakar minyak, penyimpanannya mudah karena titik nyalanya tinggi, *biodegradable*, dan tidak beracun. Namun penggunaan biodiesel

memiliki keterbatasan yang berkaitan dengan stabilitas oksidasi dan *cold-flow properties*. Ada dua persyaratan yang harus dipenuhi, yang pertama biodiesel harus memenuhi spesifikasi yang terdapat pada SNI 04-7182-2006. Kedua biodiesel juga sebaiknya harus memenuhi spesifikasi yang dikeluarkan oleh *World Wide Fuel Charter* (WWFC) pada tahun 2009. [World Wide Fuel Charter Committee, 2009].

Salah satu parameter yang belum ada spesifikasinya pada SNI adalah stabilitas oksidasi, dimana stabilitas oksidasi ini harus memenuhi spesifikasi yang dikeluarkan oleh WWFC 2009 yaitu minimal 10 jam. Stabilitas oksidasi berkaitan dengan kandungan dari rantai tak jenuh FAME. Semakin tinggi kandungan asam lemak tak jenuh, semakin rendah stabilitas oksidasi biodiesel. Hal ini mengakibatkan biodiesel tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama dan harus terhindar dari cahaya dan udara bebas yang menjadi penyebab utama oksidasi. Jika tidak, kualitas biodiesel akan mengalami penurunan yang signifikan seperti terjadi *gumming* dan peningkatan angka asam dan viskositas [Wadumesthrige dkk., 2009]. Oksidasi biodiesel dapat terjadi karena adanya udara dan dipercepat oleh panas, sinar dan logam. Hasil oksidasi dapat berupa asam yang akan mengkorosi komponen seperti saluran dan tangki bahan bakar, oksidasi biodiesel juga menghasilkan padatan (polimer) yang akan memblok pada *nozzle* dan filter bahan bakar. Kondisi lingkungan di Indonesia dengan suhu lingkungan dan kelembaban yang tinggi memungkinkan proses oksidasi yang lebih cepat.

Biodiesel dapat dibuat dari berbagai jenis minyak nabati atau lemak. Minyak nabati digolongkan menjadi dua bagian yaitu minyak nabati pangan dan non pangan. Pemanfaatan minyak nabati sebagai bahan bakar alternatif diarahkan untuk menggunakan minyak non pangan agar tidak berkompetisi dengan kebutuhan pangan dan dapat mengurangi biaya produksi. Salah satu contoh minyak nabati non pangan yaitu minyak jarak pagar/*Jatropha* [Achten dkk., 2008]. Sumber tanaman jarak pagar di Indonesia tersedia dalam jumlah yang cukup besar. Namun menurut hasil dari beberapa pengukuran terhadap stabilitas oksidasi, biodiesel dari jarak pagar menghasilkan stabilitas oksidasinya sangat rendah yaitu 2-3 jam. Biodiesel jarak pagar ini belum memenuhi stabilitas oksidasi yang ditetapkan oleh WWFC yaitu minimal 10 jam, tetapi karakteristik lainnya sudah memenuhi standar SNI 04-7182-2006 [Fajar R, 2010].

Salah satu cara untuk mengatasi fenomena ini adalah mengurangi kandungan asam lemak tak jenuh terutama rantai rangkap dua dan tiga (linoleat & linolenat) dengan hidrogenasi parsial. Hidrogenasi adalah reaksi kimia antara molekul hidrogen (H_2) dan senyawa lain yang berfungsi untuk memutuskan ikatan rangkap yang ada dalam senyawa tersebut. Ikatan rangkap yang hilang akan menambah kestabilan senyawa terhadap reaksi oksidasi. Namun demikian reaksi hidrogenasi harus dikontrol agar tidak semua berubah menjadi asam lemak jenuh, reaksi tersebut lebih dikenal dengan *partial hydrogenation*. Hidrogenasi parsial diharapkan dapat menghasilkan asam lemak yang hanya memiliki satu ikatan rangkap (asam oleat) sehingga masih berwujud cair pada suhu kamar. Hal ini untuk menghindari biodiesel menjadi padat ketika digunakan sebagai bahan bakar karena terbentuknya asam lemak jenuh [Fajar R, 2010].

Sonthisawate dkk. [2009] melakukan penelitian tentang penentuan kondisi operasi dan penggunaan katalis pada proses kontinyu hidrogenasi parsial. Didapat kesimpulan dari penelitian tersebut adalah katalis yang baik digunakan adalah Pd-Pt/Yb-USY dan kondisi operasi hidrogenasi parsial tekanan atmosfer dengan suhu $100^{\circ}C$ selama 1 jam adalah cukup untuk meningkatkan stabilitas oksidasi, tetapi penelitian tersebut tidak menggunakan pengadukan. Diinformasikan juga bahwa *complete hydrogenation* terjadi pada suhu $140^{\circ}C$, maka dari itu untuk hidrogenasi parsial digunakan suhu dibawah $140^{\circ}C$. Penelitian tersebut lebih fokus pada karakteristik *cold point* dan *pour point*.

Wibowo dan Dianningrum [2010] juga melakukan penelitian tentang penentuan kondisi operasi optimum pada proses hidrogenasi biodiesel secara batch. Didapat dari penelitian tersebut, kondisi operasi optimumnya adalah suhu $100^{\circ}C - 120^{\circ}C$, 1-3 atm, dan pengadukan 500 rpm atau 1000 rpm dapat memperoleh peningkatan komposisi asam lemak jenuh yang hampir 91,84%, tetapi yang seharusnya diharapkan adalah bukan penurunan asam lemak tak jenuh total melainkan penurunan asam lemak linoleat dan linolenat, dimana kedua asam lemak tersebut sangat mempengaruhi stabilitas oksidasi. Penelitian tersebut lebih fokus pada karakteristik bilangan iod.

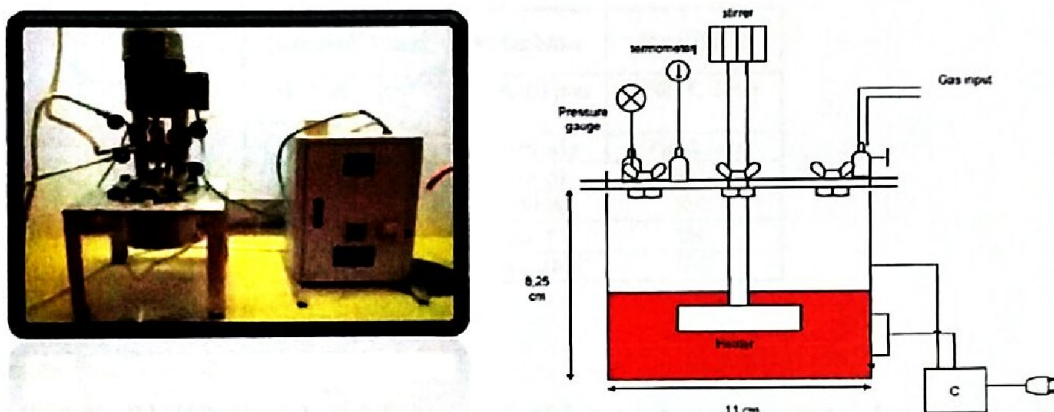
Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan biodiesel jarak pagar yang memenuhi spesifikasi SNI dan WWFC 2009, efisien, dan ramah lingkungan dengan cara hidrogenasi parsial dan teknik *blending* dengan biodiesel sawit dan biodiesel oleat.

2. Metodologi

Penelitian ini merupakan percobaan laboratorium dengan menggunakan reaktor hidrogenasi. Bahan-bahan yang digunakan adalah biodiesel jarak pagar, biodiesel sawit, biodiesel oleat, katalis padat paladium, gas hidrogen, dan gas nitrogen.

Proses Reaksi Hidrogenasi Parsial

Pada proses hidrogenasi parsial dipastikan alat reaktor hidrogenasi terkoneksi gas hidrogen dan gas nitrogen ke pipa inlet reaktor, dilakukan tes kebocoran selama 2 jam dengan melihat perubahan tekanan pada *pressure gauge* sehingga pada saat berjalannya reaksi tidak ada gas hidrogen yang hilang karena kebocoran. Reaksi hidrogenasi dilakukan pada suhu 120°C, tekanan 2 bar, putaran pengaduk 1000 rpm selama 2 jam. Sampel biodiesel jarak dimasukkan ke dalam reaktor sebanyak 450 ml dan katalis padat paladium sebanyak 3 g dimasukkan ke dalam keranjang katalis yang melekat pada as pengaduk. Foto dan skema reaktor disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1: Foto dan Skema Reaktor Hidrogenasi

Reaktor terlebih dahulu *flushing* dengan gas nitrogen untuk menghilangkan kemungkinan adanya udara (O₂) yang akan mengganggu proses reaksi. Setelah di *flushing*, dimasukkan gas hidrogen sampai tekanan 2 bar, kemudian nyalakan pemanas sehingga suhu reaktor menjadi 120°C dan putaran pengaduk pada 1000 rpm selama waktu reaksi 2 jam. Setelah biodiesel jarak terhidrogenasi, dilakukan analisa untuk mengetahui komposisi asam lemaknya.

Tabel 1: Komposisi Pencampuran Biodiesel Jarak - Sawit – Oleat

Kode	Komposisi (% massa)
A	100% Jarak
B	90% Jarak-10% Sawit
C	80% Jarak-20% Sawit
D	70% Jarak-30% Sawit
E	60% Jarak-40% Sawit
F	50% Jarak-50% Sawit
G	90% (Jarak-Sawit) - 10% Oleat
H	80% (Jarak-Sawit) - 20% Oleat
I	70% (Jarak-Sawit) - 30% Oleat
J	60% (Jarak-Sawit) - 40% Oleat
K	50% (Jarak-Sawit) - 50% Oleat

Kemudian dilakukan pencampuran dengan variabel komposisi yang telah ditentukan seperti pada Tabel 1 dengan biodiesel sawit dan biodiesel oleat. Campuran jarak-sawit yang digunakan untuk pencampuran dengan biodiesel oleat adalah dengan komposisi 50:50 (Kode komposisi F) Selanjutnya dianalisis karakteristik stabilitas oksidasi, CFPP (*Cold Filter Plugging Point*), bilangan iod, angka setana, viskositas, dan densitas.

Penentuan Parameter Kunci Biodiesel

Sebagaimana diketahui bahwa parameter kunci yang menentukan kualitas biodiesel adalah stabilitas oksidasi, CFPP, bilangan iod, angka setana, viskositas, dan densitas yang merupakan parameter yang tergantung pada jenis bahan baku, khususnya komposisi asam lemak. Parameter kunci dari kualitas biodiesel disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2: Parameter Kunci dari Kualitas Biodiesel

Parameter Kunci	Batas Nilai	Spesifikasi
Stabilitas Oksidasi	Min. 10 jam	WWFC 2009
CFPP	Tidak ada	Tidak ada
Viskositas 40°C	2.3-5 cSt	SNI
Densitas 40°C	850-890	SNI
Bilangan Setana	Min. 51	SNI
Titik Kabut	Maks. 18°C	SNI

Sumber : Fajar, 2010

Perhitungan Stabilitas Oksidasi

J.Y. Park dkk [2008] telah melakukan studi efek pencampuran biodiesel dari berbagai bahan baku terhadap stabilitas oksidasi. Terdapat relasi yang kuat antara stabilitas oksidasi dan kandungan asam lemak tak jenuh. Stabilitas oksidasi menurun dengan kenaikan kandungan asam linoleat dan linolenat. Korelasi antara stabilitas oksidasi dan kandungan asam lemak tak jenuh diberikan oleh Persamaan (1).

$$Y = 117,9295/X + 2,5905 \quad (0 < X < 100) \quad (1)$$

Dimana X adalah kandungan dari asam lemak linoleat dan linolenat (% massa) dan Y adalah stabilitas oksidasi (jam). Jika komposisi asam lemak dalam campuran sebuah formulasi biodiesel diketahui maka stabilitas oksidasi dapat diprediksi menggunakan Persamaan (1). Dimana untuk mencapai stabilitas oksidasi 10 jam maka diperlukan komposisi linoleat dan linolenat 15,92 % massa.

Perhitungan CFPP dan Bilangan Iod

Yi-Hung Chen dkk [2011] telah melakukan studi efek pencampuran biodiesel dari berbagai bahan baku dan penambahan antioksidan terhadap CFPP dan bilangan iod. Korelasi antara CFPP dan bilangan iod dengan kandungan asam lemak tak jenuh (asam oleat dan linoleat) tersebut diberikan oleh Persamaan (2) dan (3).

$$\text{CFPP}(^{\circ}\text{C}) = 37,02 - 46,55 \text{ MO} - 56,16 \text{ ML} \quad (2)$$

$$\text{BI} (\text{grI}/100\text{gr}) = 3,96 + 78,15 \text{ MO} + 201,06 \text{ ML} \quad (3)$$

Dimana MO adalah kandungan asam lemak oleat (% massa) dan ML adalah kandungan asam lemak linoleat (% massa). Jika komposisi asam lemak dalam campuran sebuah formulasi biodiesel diketahui maka nilai CFPP dan bilangan iod dapat diprediksi menggunakan Persamaan (2) dan (3).

Perhitungan Parameter Kunci Lain

Setelah stabilitas oksidasi dari campuran biodiesel jarak-sawit ditentukan maka parameter seperti angka setana, viskositas, dan densitas ditentukan untuk mengetahui apakah nilainya memenuhi spesifikasi. Model yang sederhana untuk mengestimasi angka setana [Bamgboye & Hansen, 2008], viskositas, dan densitas campuran biodiesel jarak hidrogenasi, sawit dan oleat diberikan oleh Persamaan (4), (5) dan (6).

$$\text{Angka setana (CN}_{\text{mix}}) = x_1 \cdot \text{CN}_1 + x_2 \cdot \text{CN}_2 + x_3 \cdot \text{CN}_3 \quad (4)$$

$$\text{Viskositas } (\eta_{\text{mix}}) = x_1 \cdot \eta_1 + x_2 \cdot \eta_2 + x_3 \cdot \eta_3 \quad (5)$$

$$\text{Densitas } (\rho_{\text{mix}}) = x_1 \cdot \rho_1 + x_2 \cdot \rho_2 + x_3 \cdot \rho_3 \quad (6)$$

Dimana CN_{mix} , η_{mix} , ρ_{mix} berturut-turut merupakan angka setana, viskositas dan densitas campuran biodiesel, untuk CN_1 , CN_2 dan CN_3 berturut-turut adalah angka setana biodiesel jarak, sawit dan oleat, sedangkan η_1 , η_2 , η_3 berturut-turut adalah viskositas biodiesel jarak, sawit dan oleat, untuk ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 berturut-turut adalah densitas biodiesel jarak, sawit dan oleat, sedangkan x_1 , x_2 , dan x_3 berturut-turut adalah komposisi pada pencampuran biodiesel.

3. Hasil dan Diskusi

Komposisi Asam Lemak

Analisis asam lemak dalam biodiesel jarak sebelum hidrogenasi, jarak setelah hidrogenasi dan biodiesel sawit hasilnya disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3: Komposisi Asam Lemak Biodiesel sebelum dan setelah Hidrogenasi

Komponen Asam Lemak	Komposisi Asam Lemak (%massa)	
	Sebelum Hidrogenasi	Setelah Hidrogenasi
Myristic Acid, C14:0	0,07	0,07
Palmitic Acid, C16:0	14,31	16,31
Palmitoleic Acid, C16:1	0,86	0,68
Stearic Acid, C18:0	6,77	8,00
Oleic Acid, C18:1-cis9	40,24	42,06
Linoleic Acid, C18:2-cis6	37,35	23,02
Arachidic Acid, C20:0	0,20	0,23
Linolenic Acid, C18:3	0,18	0,06
Behenic Acid C22:0	0,03	0,03

Dari data asam lemak pada Tabel 3 terlihat bahwa jumlah asam lemak tak jenuh untuk biodiesel jarak sebelum hidrogenasi memiliki komposisi asam lemak tak jenuh khususnya untuk asam linoleat 37,35% dan asam linolenat sebesar 0,18%. Sedangkan setelah hidrogenasi asam lemak tak jenuh khususnya asam linoleat sebesar 25,45% dan asam linolenat sebesar 0,07%. Pada Tabel 3 menunjukkan peningkatan yang besar pada komposisi asam oleat, Ini membuktikan reaksi hidrogenasi parsial dapat terkontrol dan merubah asam linolenat menjadi asam linoleat, kemudian asam linoleat menjadi asam oleat, namun asam oleat dapat berubah menjadi asam stearat karena pemutusan ikatan rangkap oleh H_2 . Karena yang diinginkan hanya sampai pada asam oleat, reaksi hidrogenasi parsial ini terkontrol sehingga asam oleat tidak semuanya berubah menjadi asam stearat.

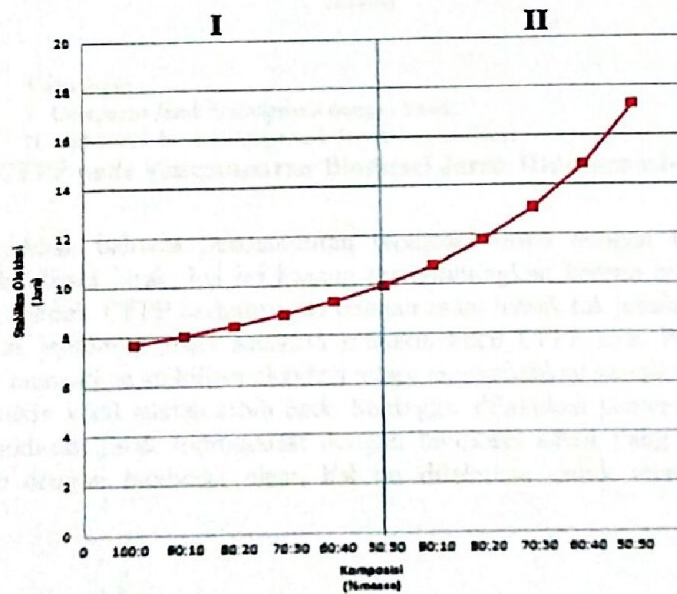
Tabel 4: Komposisi Asam Lemak Biodiesel Sawit

Komponen Asam Lemak	Komposisi Asam Lemak (% massa)
Lauric Acid, C12:0	0,20
Myristic Acid, C14:0	0,50
Palmitic Acid, C16:0	43,40
Palmitoleic Acid, C16:1	0,10
Stearic Acid, C18:0	4,60
Oleic Acid, C18:1-cis9	41,90
Linoleic Acid, C18:2-cis6	8,60
Arachidic Acid, C20:0	0,30
Linolenic Acid, C18:3	0,30
Behenic Acid, C22:0	0,10

Dari data asam lemak pada Tabel 4 terlihat bahwa jumlah komposisi asam lemak jenuh pada biodiesel sawit lebih banyak dibandingkan jumlah asam lemak tak jenuh sehingga pencampuran dengan biodiesel sawit merupakan cara selanjutnya untuk meningkatkan stabilitas oksidasi sampai >10 jam (WWFC,2009). Tetapi pencampuran biodiesel jarak-sawit ini menyebabkan kenaikan pula CFPP dimana seharusnya CFPP semakin kecil adalah lebih baik. Maka dilakukan penambahan biodiesel oleat untuk menurunkan CFPP.

Profil Perubahan Stabilitas Oksidasi dan CFPP

Grafik nilai stabilitas oksidasi dan CFPP berdasarkan komposisi campuran yang telah ditentukan disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

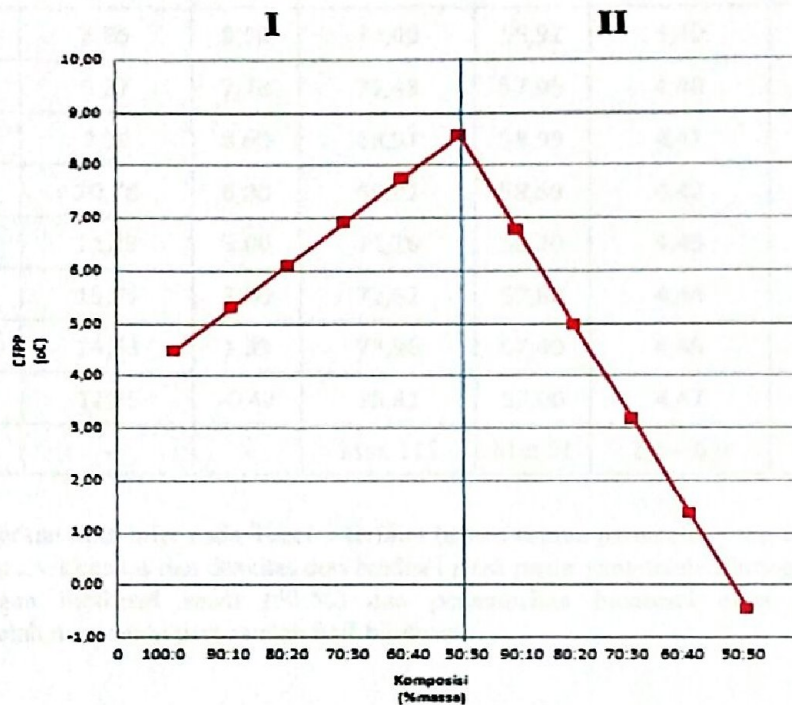


Keterangan :

- I. Campuran Jarak Hidrogenasi dengan Sawit
- II. Campuran Jarak Hidrogenasi-Sawit dengan Oleat

Gambar 2: Stabilitas Oksidasi pada Pencampuran Biodiesel Jarak Hidrogenasi-Sawit dan Oleat

Pada Gambar 2 tampak bahwa aencampuran biodiesel jarak dengan biodiesel sawit akan meningkatkan stabilitas oksidasi, dimana stabilitas oksidasi paling tinggi adalah ketika komposisi 50:50, walaupun belum mencapai 10 jam tetapi sudah menunjukkan kenaikan stabilitas oksidasi yang signifikan. Sehingga perlu adanya penambahan atau pencampuran biodiesel lain dalam campuran biodiesel jarak-sawit untuk menaikkan stabilitas oksidasi tersebut, yaitu biodiesel campuran jarak-sawit 50:50 (%massa) dicampurkan dengan biodiesel oleat. Pada penambahan biodiesel oleat kenaikan stabilitas oksidasi meningkat dari 9,96 jam menjadi 10,78 sampai 17,27 jam berturut-turut pada masing-masing komposisi campuran.



Keterangan :

I . Campuran Jarak Hidrogenasi dengan Sawit

II. Campuran Jarak Hidrogenasi-Sawit dengan Oleat

Gambar 3: Nilai CFPP pada Pencampuran Biodiesel Jarak Hidrogenasi-Sawit dan Oleat

Gambar 3 menunjukkan bahwa pencampuran biodiesel sawit dengan biodiesel jarak akan meningkatkan CFPP biodiesel jarak, hal ini kurang menguntungkan karena biodiesel menjadi sulit mengalir di suhu yang rendah. CFPP berhubungan dengan asam lemak tak jenuhnya, semakin banyak jumlah asam lemak tak jenuhnya maka semakin semakin kecil CFPP nya. Penambahan biodiesel sawit ini adalah untuk menaikkan stabilitas oksidasi tetapi menyebabkan kenaikan pula CFPP dimana seharusnya CFPP semakin kecil adalah lebih baik. Sehingga, dilakukan penambahan biodiesel oleat pada pencampuran biodiesel jarak hidrogenasi dengan biodiesel sawit yang kemudian dilakukan pencampuran kembali dengan biodiesel oleat, hal ini dilakukan untuk menurunkan nilai CFPP biodiesel.

Hasil Prediksi Parameter Kunci Lain

Parameter kunci lain yang diprediksi selain stabilitas oksidasi adalah CFPP, bilangan iod, angka setana, viskositas dan densitas. Hasil prediksi parameter tersebut terhadap biodiesel jarak pagar yang mengalami hidrogenasi parsial dan teknik pencampuran dengan biodiesel sawit dan biodiesel oleat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5: Hasil Prediksi Parameter seluruh Komposisi Campuran

Komposisi (%massa)	Stabilitas Oksidasi jam	CFPP °C	Bilangan Iod (g I ₂ /100 g)	Angka Setana	Viskositas cSt	Densitas g cm ⁻³
A	7,70	4,51	83,13	53,81	4,38	0,880
B	8,03	5,33	80,22	54,84	4,39	0,878
C	8,41	6,15	77,31	55,88	4,39	0,877
D	8,85	6,96	74,40	56,92	4,40	0,875
E	9,37	7,78	71,48	57,96	4,40	0,874
F	9,96	8,60	68,57	58,99	4,41	0,872
G	10,78	6,80	69,91	58,59	4,42	0,873
H	11,79	5,00	71,26	58,20	4,43	0,874
I	13,09	3,20	72,61	57,80	4,44	0,874
J	14,83	1,39	73,96	57,40	4,46	0,875
K	17,26	-0,42	75,31	57,00	4,47	0,876
Syarat SNI	-	-	Max 115	Min 51	2,3 – 6,0	0,850-0,890

Berdasarkan nilai nilai pada Tabel 5 terlihat bahwa semua parameter yang meliputi bilangan iod, angka setana, vikkositas dan densitas dari biodiesel jarak pagar yang telah dihidrogenasi parsial dan dicampur dengan biodiesel sawit (50:50) dan penambahan biodiesel oleat dalam berbagai perbandingan telah memenuhi persyaratan SNI biodiesel.

4. Kesimpulan

Komposisi asam lemak biodiesel jarak sebelum hidrogenasi memiliki tingkat asam lemak tak jenuh 78,63%, khususnya untuk asam linoleat 37,35% dan asam linolenat sebesar 0,18%. Sedangkan setelah hidrogenasi asam lemak tak jenuh berkurang hingga 72,77%, dengan asam linoleat sebesar 25,45% dan asam linolenat sebesar 0,07%.

Formulasi terbaik dipertimbangkan berdasarkan efisiensi biaya adalah komposisi campuran biodiesel jarak: sawit (50:50) dan biodiesel oleat (%massa) pada komposisi 90:10 dimana stabilitas oksidasinya sebesar 10,78 jam dan nilai CFPP, angka, nilai, densitas dan angka iodnya sudah memenuhi standar SNI Biodiesel No. 04-7182-2006. Sedangkan hasil stabilitas oksidasi tertinggi yaitu 17,26 jam dengan komposisi 50% (campuran biodiesel jarak-sawit) dengan 50% biodiesel oleat dengan parameter lainnya juga memenuhi persyaratan SNI.

Ucapan Terimakasih

Sebagian penelitian ini didanai dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui skim penelitian Riset Strategis Nasional dengan No. Kontrak 065/SP2H/PL/Dit.Litabmas/III/2012.

Pustaka

1. Achten, W. M. J., Verchot, L., Franken, Y. J., Mathijs E., Singh, V. J., Acerts, R., Muys, B. *Jatropha Biodiesel Production and Use, Biomass and Bioenergy*, 32, 1063-1084, 2008.
2. Bamgboye and Hansen. Prediction of Cctane Number of Biodiesel Fuel from The Fatty Acid Methyl Ester Composition, *International Agrophysic*, 2008

3. Chen, Yi-Hung; Chen, Jih-Honh; Luo, Yu- Min; Shang, Neng-Chou; Chang, Cheng-Hsin. Property Modification of Jatropha Oil Biodiesel by Blending with Other Biodiesels or Adding Antioxidants, 2011
4. Fajar Rizqon dkk. Strategi Formulasi Biodiesel Jatropha Untuk Memenuhi Spesifikasi WWFC Teknik Blending dengan Biodiesel Sawit dan Rekayasa Kimia (Partial Hydrogenation), Balai Termodinamika Motor & Propulsi BPP Teknologi, 2009.
5. Park, Ji-Yeon et al. Blending Effect of Biodiesel on Oxidation Stability and Low Temperature Flow Peoperties, *Biosource Technology*, 99, 1196-1203, 2008.
6. Prakoso, T., Hirotsu, T., Goto, S., The Effect of Antioxidants on Biodiesel Fuel from Jatropha Oil, Bandung; Paper Dies Emas ITB, 2009.
7. Sonthisawate, Thanita dkk. Upgrading of Biodiesel Fuel Quality by Partial Hydrogenation Process". Thailand ; Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 20
8. Wadumesthrige, K., Salley, S.O., Ng, K.Y. Simon. Effects of Partial Hydrogenation on the Fuel Properties of Fatty Acid Methyl Esters, *Fuel Processing Technology*, 90, 1292-1299, 2009.
9. Wibowo, A.S, Dianningrum, L.W. Reaksi Hidrogenasi Parsial untuk Meningkatkan Stabilitas Oksidasi Biodiesel, Laporan Penelitian S1 Teknik Kimia, ITB, 2010.
10. World Wide Fuel Charter Committee. Biodiesel Guidelines, Japan, 2009.