

Jurnal Industri Hasil Perkebunan

Journal of Plantation Based Industry

Volume 6 No. 2 Desember 2011



**Kementerian
Perindustrian**
REPUBLIK INDONESIA

Kementerian Perindustrian Republik Indonesia
Badan Pengkajian Kebijakan, Iklim, dan Mutu Industri
Balai Besar Industri Hasil Perkebunan

JIHP	Vol. 6	No. 2	Hal. 31 - 67	Makassar Desember 2011	ISSN 1979 - 0023
------	--------	-------	--------------	---------------------------	---------------------

Akreditasi LIPI No.339/AU1/P2MBI/04/2011-Predikat B

ISSN 1979-0023

JURNAL INDUSTRI HASIL PERKEBUNAN
Journal Of Plantation Based Industry
Vol. 6 No. 2 Desember, 2011

Penanggung Jawab :

Ir. Dewantara Daud
Kepala Balai Besar Industri Hasil Perkebunan

Dewan Redaksi :

Ketua Merangkap Anggota :

Ir. Muh. Ruslan Yunus, M.S. (Teknik Industri, Ekonomi Proses)

Anggota :

Drs. P. Natsir La Teng, M.Si (Pemrosesan Pangan, Tek. Lingkungan)

Ir. Suprapti (Tek. Hasil Pertanian)

Dra. Netty Duma (Tek. Hasil Pertanian, Kimia)

Ir. Rosniati (Tek. Hasil Pertanian)

Ir. Sitti Ramlah, M.Si (Tek. Hasil Pertanian, Agribisnis)

Ir. Justus Elisa Loppies (Tek. Hasil Pertanian)

Mitra Bestari :

Prof. Dr. Ir. T. Harlim (Jur. Kimia Fak. MIPA UNHAS)

Prof. Dr. Ir. Mursalim (Jur. Teknologi Pertanian Fak. Pertanian UNHAS)

Dr. Ir. Supratomo, DEA (Jur. Teknologi Pertanian Fak. Pertanian UNHAS)

Prof. Dr. Ir. Mulyati M. Tahir, MS (Jur. Tek. Hasil Pertanian Fak. Pertanian UNHAS)

Sekretaris Redaksi :

Asma Assa, ST, M.Si.

Wahyuni, ST

Penerbit : Balai Besar Industri Hasil Perkebunan
Badan Pengkajian Kebijakan, Iklim dan Mutu Industri
Kementerian Perindustrian R.I.

Alamat Redaksi: Jalan Racing Centre No. 28, Kotak Pos 1148
Telp. (0411) 441207, Faks. (0411) 441135
Makassar 90231
Pos-el: jihp_bbihp@yahoo.com

Akreditasi LIPI No.339/AU1/P2MBI/04/2011 Predikat B

Jurnal Industri Hasil Perkebunan merupakan jurnal ilmiah berkala yang memuat karya tulis hasil penelitian, pengembangan, dan pemikiran/ulasan ilmiah dibidang ilmu/bidang aplikasi rekayasa (teknik) dan teknologi industri hasil perkebunan. Terbit pertama kali pada tahun 2006 dengan frekuensi terbit seliap semester atau pada bulan Juni dan Desember. Lingkup permasalahan mencakup bahan baku, proses, mesin, peralatan, produk termasuk produk turunan, limbah, dan hasil samping. Bahasa penulisan menggunakan bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.

ISSN 1979-0023

JURNAL INDUSTRI HASIL PERKEBUNAN
Journal of Plantation Based Industry
Vol. 6 No. 2 Desember, 2011

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa pada penerbitan Jurnal Industri Hasil Perkebunan Volume 6 No.2 Desember 2011 ini dapat disajikan lima makalah hasil seleksi Dewan Redaksi.

Kelima makalah tersebut masing-masing adalah: (1). A Thin Layer Drying Model for Cocoa: PBC-123 and BR-25 Clones, (2). Karakteristik Bubuk Kakao Yang Dihasilkan Dari Berbagai Suhu Penyangraian dan Konsentrasi Alkalisasi Keping Biji Kakao, (3). Uji Unjuk Kerja Katalis HZSM-5 Pada Proses Perengkahan Minyak Sawit Untuk Menghasilkan *Biofuels*. (4). Pengaruh Suhu Pemanasan Ekstrak Jahe dan Sukrosa Terhadap Karakteristik Instan Jahe Cokelat, dan (5) Proposals for Facility Layout Improvements of Sibali Resoe Cocoa Processing Plant, Masamba, South Sulawesi

Kepada para penulis yang telah mengirimkan makalahnya kami ucapkan terima kasih. Semoga hasil-hasil penelitian tersebut dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan industri nasional, khususnya industri hasil perkebunan dan dapat memperkaya khasanah iptek sebagai bagian dari wujud pengabdian kita kepada Tuhan, bangsa dan negara.

Akhirnya kepada para sejawat peneliti, perekayasa, dan dosen baik dari dalam lingkungan maupun dari luar lingkungan Kementerian Perindustrian kami undang untuk mengirimkan makalah karya tulis ilmiahnya untuk dimuat pada Jurnal IHP.

Makassar, Desember 2011

Ketua Dewan Redaksi

DAFTAR ISI

- | | |
|---|--|
| ♦ PENGANTAR REDAKSI | HAL ii |
| ♦ DAFTAR ISI | iii |
| ♦ LEMBAR ABSTRAK/CURRENT CONTENT | vi-vi |
| ♦ UCAPAN TERIMA KASIH | vii |
| ♦ A THIN LAYER DRYING MODEL FOR COCOA: PBC-123 and BR-25 clones
<i>Model Pengeringan Lapisan Tipis Kakao: Klon PBC-123 dan BR-25</i> | Junaedi Muhidong 31 - 35 |
| ♦ KARAKTERISTIK BUBUK KAKAO YANG DIHASILKAN DARI BERBAGAI SUHU
PENYANGRAIAN DAN KONSENTRASI ALKALI KEPING BIJI KAKAO
<i>Characteristics of Cocoa Powder from Various Roasting Temperature and Alkali Concentrations of Cocoa Nibs</i> | Justus E Loppies dan Muh. Ruslan Yunus 36 - 44 |
| ♦ UJI UNJUK KERJA KATALIS HZSM-5 PADA PROSES PERENKAHAN MINYAK
SAWIT UNTUK MENGHASILKAN BIOFUELS
<i>Performance Test of HZSM-5 Catalyst in The Catalytic Cracking Process of Palm Oil to Produce Biofuels</i> | Nurjannah dan Wahyuni 45 - 50 |
| ♦ PENGARUH SUHU PEMANASAN EKSTRAK JAHE DAN SUKROSA TERHADAP
KARAKTERISTIK INSTAN JAHE - COKELAT
<i>Effect of Heating Temperatures of Ginger Extract and Sucrose on Characteristic of Chocolate-Ginger Instant</i> | Rosniati 51 - 58 |
| ♦ PROPOSALS FOR FACILITY LAYOUT IMPROVEMENTS OF SIBALI RESOE
COCOA PROCESSING PLANT, MASAMBA, SOUTH SULAWESI
<i>Proposal Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi Pabrik Pengolahan Kakao Sibali Resoe, Masamba, Sulawesi Selatan</i> | Muh. Ruslan Yunus dan Asma Assa 59 - 67 |
| ♦ INDEKS SUBJEK | viii |

JURNAL INDUSTRI HASIL PERKEBUNAN
Journal of Plantation Based Industry
Vol. 6 No. 2 Desember, 2011

LEMBAR ABSTRAK/CURRENT CONTENT

A Thin Layer Drying Model For Cocoa : PBC-123 and BR-25 Clones

Junaedi Muhidong
 (Agricultural Engineering Department, Hasanuddin University)

ABSTRACT: The study objective is to figure out the best fitted drying models for cocoa clones of PBC-123 and BR-25. The study was conducted in the Post Harvest Laboratory of Agricultural Engineering Department of Hasanuddin University in 2009. A mechanical dryer used was set to a drying temperature and an air velocity of 40 °C and 1.1 m/s, respectively. The moisture ratios obtained during the observation were fitted to 10 different models commonly applied in a thin layer drying process. Parameters involved in each model were determined using a non-linear regression approach. The research concludes that the Hii et al. model is the best model to represent the drying characteristics of cocoa clones of PBC-123 and BR-25.

Keywords: thin-layer drying, cocoa clones.

Characteristics of Cocoa Powder from Various Roasting Temperature and Alkali Concentrations of Cocoa Nibs

Justus E Loppies dan Muh. Ruslan Yunus
 (Balai Besar Industri Hasil Perkebunan)

ABSTRACT: Characteristics of cocoa powder resulted from various temperature roasting and alkalization conditions of cocoa nibs have been investigated. The roasting and alkalization of the nibs were carried out at the temperature levels of 85°, 115° and 140°C respectively using K₂CO₃ alkali solution at the level of 2, 5, 8 and 11 % for 35 minute each. The experiment used a cylindrical type of roaster equipped with a temperature control. Conversion of the nibs into cocoa powder used standard method (Minifie, 1999) to obtain powder with 200 mesh. Characteristics of the powder were observed for color, pH, moisture content, ash content and flavor (aroma, acid, bitter, astringent). The results indicated that the characteristics of the powder differ according to the roasting and alkalization temperature and the alkali concentration used. Ten cocoa powder types with six colors were identified in the experiment namely brown (85 °C, 2 % and 5 %), reddish brown (85 °C, 11 %, and 115 °C, 8 %), solid red (85 °C, 5 %), dark brown (115 °C, 5 %), red-brown (115 °C, 11 %), blackish brown (140 °C, 5 % and 11 %). The best flavor and aroma of the cocoa powder was obtained at temperature of 115°C and 140°C and the alkali concentration of 5 % and 11 % with the pH of 6.83 to 7.47, water content of 1.83 to 2.57 %, ash content of 10.62 to 12.75%.

Keywords: characteristic, keping biji, cocoa powder, roasting, alkalization, flavor, colors

Performance Test of HZSM-5 Catalyst in The Catalytic Cracking Process of Palm Oil to Produce Biofuels

Nurjannah dan Wahyuni
 (Fak. Teknik Industri, Universitas Muslim Indonesia)
 (Balai Besar Industri Hasil Perkebunan)

ABSTRACT: Palm oil is a potential alternative energy source, since it has long hydrocarbon chains quite similar to the hydrocarbon chains in fossil oil, so it can be converted to biofuel. In addition, this biofuel produces lower pollutants than fossil fuels. This research aimed to test the performance of HZSM-5 catalyst in the catalytic cracking process of palm oil to produce biofuels. The research was carried out in two steps namely catalyst synthesis and catalytic cracking processes. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) analysis showed that this synthesized HZSM-5 has (Si/Al) ratio of 243. Brunauer Emmet Teller (BET) analysis showed the surface area of synthesized catalysts 213.32 m².g⁻¹ and the average pore size of the catalysts 13 °A. These confirmed that the synthesized catalyst meets the requirement for the catalyst in the cracking process. This catalytic cracking was carried out in a fixed bed microreactor at temperatures between 350 and 500°C and N₂ flow rates between 100 and 160 ml.min⁻¹ for 120 min. The performances test of the catalyst showed that at 450°C and N₂ flow rate of 100 ml.min⁻¹ resulted in the highest yields compared to other treatments i.e. 28.87% gasoline fraction, 16.70% kerosene and 1.20% diesel oil.

Keywords: catalytic cracking, palm oil, HZSM-5 catalyst

Effect of Heating Temperatures of Ginger Extract and Sucrose on Characteristic of Chocolate Instant

Rosniati
 (Balai Besar Industri Hasil Perkebunan)

ABSTRACT: Effect of heating temperatures of ginger extract and sucrose on characteristic of chocolate-ginger instant has been studied. The study consisted of preliminary and main research. The preliminary research was to determine the optimum formula of ginger, sucrose and cocoa powder in terms of texture, size and uniformity of the granula in co-crystallization process at 110° to 120°C, among three formulas, i.e P(0.5:1.5:0.3)kg, Q(1.0:1.0:0.3)kg dan R(1.5:0.5:0.3)kg. In the main research, the heating temperatures of ginger extract and sucrose in the co-crystallization process were then varied at four levels, i.e A (80° - 90°C), B (90° - 100°C), C(100° - 110°C) and D (110° - 120°C). The chocolate-ginger instant resulted was then analyzed for moisture, sucrose total, protein and oleoresin contents respectively. In the preliminary research it was found Q as the optimum formula. In the main research, it was found that moisture content of the instant were from 0.68 to 1.53%,

protein from 3,93 to 6,3%, sucrose total from 73,78 to 77,63% and oleoresin from 6,00 to 8,48%. In terms of moisture content, sucrose total and oleoresin, the heating temperatures of 110° - 120°C may be considered as the optimum temperature of the co-crystallization process (i.e. 0,68%, 77,63%, and 8,48% of moisture, sucrose total, and oleoresin contents respectively).

Keywords: Chocolate ginger instant, co-crystallization, sucrose, ginger extract and cocoa powder

Proposals for Facility Layout Improvements of Sibali Resoe Cocoa Processing Plant, Masamba, South Sulawesi

Muh.Ruslan Yunus and Asma Assa
(Balai Besar Industri Hasil Perkebunan)

ABSTRACT: Problems in designing plant facility layout is how to select the most effective arrangement of machines, equipment, and flows of materials from one facility to another. It involves building, process, machines, and equipment. Sibali Resoe is a new small scale cocoa processing industry established in 2009 in Masamba, Regency of North Luwu, South Sulawesi Province. Types of products include plain chocolate blocks, milk chocolate blocks, and chocolate end-products i.e chocolate bars, candies and drinks. This research aimed to examine Sibali Resoe facility layout and propose layout improvement in case of the current layout is not efficient. Data required was taken from factory interview and observation in January and March 2011. Proposal-1 rearranges positions of several machines and equipment on the manufacturing floor and positions of several facilities laying out on the current plane. Proposal-2 extends the proposal-1 by further repositions of the machines and equipment and redesign of the facilities plane without sacrificing working flexibility and ergonomic principle. The layout designs refers to graph method (Foulds and Robinson 1976 and Leung 1992). The current and the proposed facility layouts were then compared on the basis of their performance with respect to three criterion namely Total Area (min.), Flow Dist. (min.), and the Adjacency Percentages (max) (Wilsten and Shayan 2007). The objective is to optimize traffic flow of materials from one facility to another. The results indicated that the current layout is relatively not efficient shown by its relatively low adjacency percentage but high materials flow distance values. The two proposals can improve the layout performance in which the proposal-2 is higher in performance rank than the proposal-1.

Keywords : Sibali Resoe, small-scale cocoa processing industry, facility layout.

Model Pengeringan Lapisan Tipis Kakao: Klon PBC-123 dan BR-25

Junaedi Muhidong
(Jur. Tekn. Pertanian, Universitas Hasanuddin)

ABSTRAK: Kajian ini dimaksudkan untuk mendapatkan model terbaik untuk pengeringan lapisan kakao klon PBC-123 dan BR-25. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pasca Panen Progran Studi Keteknikan Pertanian Universitas Hasanuddin pada tahun 2009. Proses pengeringan menggunakan alat pengeringan dengan suhu dan kecepatan udara pengeringan masing-masing 40°C dan 1.1 m/s. Moisture ratio yang diperoleh selama observasi dicocokkan dengan 10 model yang umum digunakan untuk pengeringan lapisan tipis. Parameter dari masing-model dihitung dengan menggunakan pendekatan regresi non-linear. Hasilnya menunjukkan bahwa model Hii et al. merupakan model terbaik untuk merepresentasi karakteristik pengeringan lapisan tipis kakao klon PBC-123 dan BR-25.

Kata kunci: pengeringan lapisan tipis, klon kakao

Karakteristik Bubuk Kakao yang Dihasilkan dari Berbagai Suhu Penyangraian dan Konsentrasi Alkali Keping Biji Kakao

Justus E Loppies dan Muh. Ruslan Yunus
(Balai Besar Industri Hasil Perkebunan)

ABSTRAK: Karakteristik bubuk kakao yang dihasilkan dari berbagai kondisi suhu roasting dan konsentrasi alkali alkalisasi keping biji telah diteliti. Penyangraian dan alkalisasi dilakukan terhadap keping biji (nib) kakao pada suhu 85 °C, 115 °C dan 140 °C menggunakan larutan alkali K₂CO₃ (Kalium Karbonat) pada konsentrasi 2 %, 5 %, 8 % dan 11 % masing-masing selama 35 menit. Percobaan ini menggunakan alat roasting tipe silinder yang dilengkapi dengan kontrol temperatur. Pengolahan keping biji menjadi bubuk kakao mengikuti metode standar (Minifie, 1999) dengan ukuran bubuk 200 mesh. Pengamatan karakteristik bubuk dilakukan terhadap warna, pH, kadar air, kadar abu dan citarasa (aroma, acid, bitter, astringent). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 10 jenis bubuk kakao dengan 6 macam warna dari perlakuan yang diberikan yaitu warna cokelat (85 °C, 2 % dan 5 %), warna cokelat kemerahan (85 °C, 11 % dan 115 °C, 8 %), warna merah pekat (85 °C, 5 %), warna cokelat tua (115 °C, 5 %), warna merah padam kecokelatan (115 °C, 11 %, warna cokelat kehitaman (140 °C, 5 % dan 11 %). Citarasa dan aroma terbaik diperoleh pada bubuk kakao hasil penyangraian nib pada suhu 115 °C dan 140 °C dan konsentrasi alkali 5 % dan 11 % dengan pH rata-rata 6,83 – 7,47 %, kadar air 1,83 – 2,57 %, kadar abu 10,62 – 12,75 %.

Kata kunci: karakteristik, nib, bubuk kakao, roasting, alkalisasi, citarasa, warna

Uji Unjuk Kerja Katalis HZSM-5 Pada Proses Perengkahan Minyak Sawit Untuk Menghasilkan Biofuels

Nurjannah dan Wahyuni
(Jur. Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia)
(Balai Besar Industri Hasil Perkebunan)

ABSTRAK: Minyak sawit adalah salah satu sumber energi alternatif yang cukup potensial karena memiliki rantai hidrokarbon yang panjang menyerupai rantai karbon bahan bakar fosil sehingga dapat dikonversi menjadi biofuel. Disamping itu, biofuel ini menghasilkan polutan yang lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji unjuk kerja katalis HZSM-5 pada proses perengkahan katalitik minyak sawit pada pembuatan biofuel. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu sintesa katalis dan proses perengkahan katalitik. Analisa Spektroskopi Serapan Atomis (AAS) menunjukkan bahwa HZSM-5 mempunyai rasio Si/Al 243. Analisa Brunauer Emmet Teller (BET) menunjukkan luas permukaan katalis 213.32 m².g⁻¹ dan ukuran pori rata-rata 13 Å. Ini menegaskan bahwa katalis yang diperoleh dapat digunakan sebagai katalis pada proses perengkahan. Perengkahan katalitik dilakukan dalam suatu mikro reaktor fixed bed pada temperature 350 - 500°C dan laju alir gas N₂ 100 - 160 ml.min⁻¹ selama 120 min. Hasil uji unjuk kerja katalis menunjukkan bahwa pada suhu 450°C dan laju alir gas N₂ sebesar 100 ml.min⁻¹ menghasilkan yield tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 28,87% fraksi bensin, 16,70% kerosin, dan 1,20% minyak diesel.

Kata kunci: perengkahan katalitik, minyak sawit, katalis HZSM-5

**UJI UNJUK KERJA KATALIS HZSM-5 PADA PROSES PERENKAHAN
MINYAK SAWIT UNTUK MENGHASILKAN BIOFUELS**
*Performance Test of HZSM-5 Catalyst in The Catalytic Cracking Process of
Palm Oil to Produce Biofuels*

Nurjannah¹ dan Wahyuni²

¹Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km.5 Makassar, E-mail: jannah69@yahoo.com

²Balai Besar Industri Hasil Perkebunan
Jl. Racing Centre No. 28 Makassar 90231
(Makalah diterima 2 Februari 2011; disetujui 25 Juni 2011)

ABSTRACT: Palm oil is a potential alternative energy source, since it has long hydrocarbon chains quite similar to the hydrocarbon chains in fossil oil, so it can be converted to biofuel. In addition, this biofuel produces lower pollutants than fossil fuels. This research aimed to test the performance of HZSM-5 catalyst in the catalytic cracking process of palm oil to produce biofuels. The research was carried out in two steps namely catalyst synthesis and catalytic cracking processes. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) analysis showed that this synthesized HZSM-5 has (Si/Al) ratio of 243. Brunauer Emmet Teller (BET) analysis showed the surface area of synthesized catalysts $213.32 \text{ m}^2/\text{g}$ and the average pore size of the catalysts $13 \text{ }^\circ\text{A}$. These confirmed that the synthesized catalyst meets the requirement for the catalyst in the cracking process. This catalytic cracking was carried out in a fixed bed microreactor at temperatures between 350 and 500°C and N_2 flow rates between 100 and $160 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ for 120 min . The performances test of the catalyst showed that at 450°C and N_2 flow rate of $100 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ resulted in the highest yields compared to other treatments i.e. 28.87% gasoline fraction, 16.70% kerosene and 1.20% diesel oil.

Keywords: catalytic cracking, palm oil, HZSM-5 catalyst

ABSTRAK: Minyak sawit adalah salah satu sumber energi alternatif yang cukup potensial karena memiliki rantai hidrokarbon yang panjang menyerupai rantai karbon bahan bakar fosil sehingga dapat dikonversi menjadi biofuel. Disamping itu, biofuel ini menghasilkan polutan yang lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji unjuk kerja katalis HZSM-5 pada proses perengkahan katalitik minyak sawit pada pembuatan biofuel. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu sintesa katalis dan proses perengkahan katalitik. Analisa Spektroskopi Serapan Atomis (AAS) menunjukkan bahwa HZSM-5 mempunyai rasio Si/Al 243. Analisa Brunauer Emmet Teller (BET) menunjukkan luas permukaan katalis $213.32 \text{ m}^2/\text{g}$ dan ukuran pori rata-rata $13 \text{ }^\circ\text{A}$. Ini menegaskan bahwa katalis yang diperoleh dapat digunakan sebagai katalis pada proses perengkahan. Perengkahan katalitik dilakukan dalam suatu mikro reaktor fixed bed pada temperature $350 - 500^\circ\text{C}$ dan laju alir gas N_2 $100 - 160 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ selama 120 min . Hasil uji unjuk kerja katalis menunjukkan bahwa pada suhu 450°C dan laju alir gas N_2 sebesar $100 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ menghasilkan yield tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu $28,87\%$ fraksi bensin, $16,70\%$ kerosin, dan $1,20\%$ minyak diesel.

Kata kunci: perengkahan katalitik, minyak sawit, katalis HZSM-5

PENDAHULUAN

Saat ini, krisis bahan bakar fosil di Indonesia telah terlihat indikasinya dengan terjadinya kelangkaan di beberapa tempat. Bahan bakar fosil merupakan sumber bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, dan juga merupakan sumberdaya yang terbatas. Keterbatasan bahan bakar fosil dan konsumsi energi yang terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk dapat memicu terjadinya krisis minyak. Disamping itu penggunaan bahan bakar fosil dapat menyebabkan berubahnya iklim global yang berkaitan dengan emisi dari CO_2 , SO_2 , NO_x dan campuran organik lain yang dilepaskan selama proses pembakaran (Yani dan Zhang, 2009). Oleh karena itu diperlukan untuk menemukan sumber-sumber energi alternatif baru yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan.

Minyak sawit kasar (CPO) adalah salah satu sumber energi alternatif potensial. Saat ini Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar kedua di dunia setelah Malaysia. Dengan produksi sebesar 16 juta ton pertahun pada 2006, Indonesia memastikan diri untuk menjadi yang terbaik di industri kelapa sawit di masa depan (Forum Biodiesel, 2007). Minyak sawit dapat diproses untuk menghasilkan bahan bakar alternatif sebagai pengganti bensin, kerosene dan solar, karena minyak sawit memiliki rantai hidrokarbon panjang yang mirip dengan rantai karbon minyak bumi (Heny, 2007).

Penelitian untuk menghasilkan biofuel dari perengkahan katalitik minyak sawit telah dikembangkan. Metoda ini dapat memecah hidrokarbon yang kompleks menjadi struktur molekul yang lebih sederhana. Dengan bantuan katalis, reaksi dapat dilakukan pada temperatur dan tekanan yang lebih rendah. Lebih dari itu kuantitas dan mutu dari produk juga dapat ditingkatkan (Widayat, 2005). Didalam proses perengkahan katalitik minyak nabati untuk menghasilkan biofuel, jenis dan komposisi produk dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti waktu, temperatur, laju alir umpan dan jenis katalis (Adjaye JD et al., 1996, Twaiq FAA et al., 2001, Charusiri W dan Vitidsant T 2005).

Berbagai jenis katalis telah digunakan dalam proses perengkahan untuk menghasilkan biofuel diantaranya adalah katalis X, Y dan faujasite. Katalis-katalis ini merupakan katalis perengkahan yang awalnya digunakan pada proses perengkahan minyak bumi, kemudian dikembangkan lebih lanjut pada proses perengkahan minyak nabati. Katalis berbasis zeolit seperti HZSM-5, Zeolit dan ultrastabil Y (USY) telah banyak digunakan dalam proses perengkahan, sebagaimana yang telah diteliti oleh Twaiq et al. (1999) yaitu konversi katalitik minyak sawit menjadi berbagai jenis hidrokarbon dimana pada suhu 350°C dan laju umpan 1 L h⁻¹ katalis HZSM-5, konversi yang dihasilkan 99% dengan yield bensin 28,3%. Pada kondisi yang sama untuk katalis zeolit konversinya 82% dengan yield bensin 22%. Dengan katalis USY konversi yang diperoleh 53%

dengan yield bensin 7,3%. Sedangkan menurut Sang Ooi Y et al. (2004), konversi katalitik minyak sawit berdasar pada residu campuran asam lemak dengan katalis HZSM-5 menggunakan reaktor fixed-bed pada tekanan atmosfer, hasil yang diperoleh fraksi gasoline 44,4% pada laju umpan 3,66 L h⁻¹ dan suhu reaksi 440°C. Menurut Tirena et al. (2006), perengkahan minyak sawit menjadi gasoline menggunakan katalis Cu-ZSM-5 pada Fixed Bed Reaktor tekanan atmosfer dengan laju alir massa 2,5 L h⁻¹ selama 4 jam dapat menghasilkan komposisi gasolin tertinggi adalah aromatik sebanyak 11,45% diikuti naften 10,53% dan isoparafin 4,06%.

Perengkahan metil ester minyak sawit menjadi biogasoline dengan katalis alam dalam reaktor berpengaduk menunjukkan destilat yang dihasilkan mempunyai komponen antara C₅ – C₁₁ (Nasikin et al., 2005). Pada pembuatan bahan bakar biodiesel dengan proses perengkahan dengan katalis zeolit dengan bahan baku minyak goreng berbahan dasar minyak sawit kasar (CPO) menghasilkan produk antara C₉ – C₁₇ (Widayat, 2005). Menurut Subagjo (1993) zeolit ZSM-5 mempunyai sifat unik yaitu mempunyai ukuran pori 0,54 x 0,57 nm (ukuran molekul hidrokarbon C₁₁), berstruktur dimensi tiga dan bersifat organofil. Kombinasi ketiga sifat diatas menyebabkan ZSM-5 bersifat selektif terhadap pembentukan hidrokarbon, mempunyai umur katalis yang panjang serta tahan terhadap perlakuan panas dan asam.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji unjuk kerja katalis HZSM-5 pada proses perengkahan katalitik minyak sawit untuk menghasilkan biofuel. Pengaruh laju alir nitrogen dan suhu reaksi pada proses perengkahan katalitik minyak sawit untuk menghasilkan biofuel juga dipelajari. Dari penelitian ini diharapkan bahwa nilai tambah minyak nabati dapat ditingkatkan dengan memproduksi biofuel.

Biofuel adalah bahan bakar yang dapat diperbaharui, karenanya biofuel ini dapat mensubsitisi atau menggantikan pemakaian bahan bakar fosil. Disamping itu penggunaan biofuel menghasilkan lebih sedikit polutan atau pengotor dibandingkan dengan bahan bakar fosil sehingga

merupakan bahan bakar yang aman dan ramah lingkungan.

METODOLOGI

a. Sintesa katalis

Sintesa katalis dibuat dengan mengadopsi metode yang digunakan oleh Plank (1990) dibuat larutan A dalam beaker glass dengan komposisi 360 gram water glass (28,8% SiO₂, 8,9% Na₂O, 62,4% H₂O) + 450 gram H₂O). Kemudian larutan B dibuat dalam beaker glass dengan komposisi (12,3 gram Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O + 30 gram H₂SO₄ 98% + 600 gram H₂O).

Larutan B kemudian ditambahkan ke dalam larutan A sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan magnetik stirrer dan dijaga agar pencampuran menghasilkan campuran yang homogen. Campuran akhir adalah gel berwarna putih, yang kemudian didiamkan sambil tetap diaduk selama 1 jam untuk memperoleh gel yang halus dan homogen.

Selanjutnya pada gel yang homogen ini ditambahkan 124 gram etanol sedikit demi sedikit sambil diaduk. Kemudian gel terus diaduk selama 1 jam dan pH gel dicek dengan kertas lakmus universal dan harus berkisar antara 10-11. Jika tidak, dilakukan penambahan larutan H₂SO₄ atau NaOH hingga didapat pH 10-11.

Gel dengan perbandingan SiO₂/Al₂O₃ = 94 ini kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf dan dipanaskan pada temperatur 176°C dan diaduk pada kecepatan 100 rpm selama 24 jam. Kristal yang terbentuk kemudian disaring dan dicuci dengan akuades sampai pH filtrate pencucian sekitar 8. Kristal yang diperoleh kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 110°C selama 24 jam. Kristal ZSM-5 siap untuk di karakterisasi.

H-zeolit (HZSM-5) dibuat dari ZSM-5 (Na-Zeolit) dengan cara pertukaran ion. ZSM-5 (Na-Zeolit) dilarutkan dalam larutan amonium klorida 2M dengan perbandingan zeolit terhadap larutan ammonium klorida 1:10 sebanyak tiga kali. HZSM-5 yang terbentuk disaring, dicuci dan dikeringkan pada temperatur 110°C selama 6 jam, diikuti dengan kalsinasi dengan mengalirkan N₂ pada temperatur 550°C selama 5 jam.

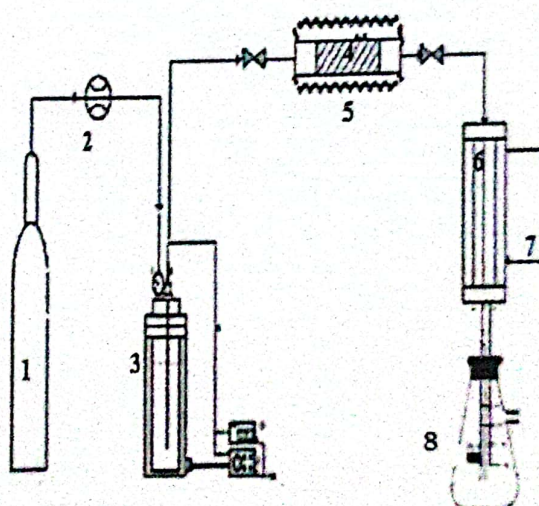
Karakterisasi katalis dilakukan dengan menggunakan analisa Absorption

Atomic Spectroscopy (AAS) dan Brunauer Emmet Teller (BET).

b. Proses Perengkahan Katalitik

Perengkahan katalitik dilakukan didalam sebuah mikroreaktor yang diisi katalis kurang lebih 1 g dimana reaktor dilapisi dengan elemen pemanas. Minyak sawit dimasukkan ke dalam tangki umpan yang dipanaskan pada temperatur 350°C, kemudian kedalam tangki dialiri gas nitrogen dengan laju antara 100-160 ml.min⁻¹. Uap minyak dan gas nitrogen mengalir kedalam reaktor unggun tetap yang dipanaskan pada temperatur yang diinginkan (350-500)°C. Reaksi perengkahan katalitik dilakukan selama 120 menit.

Hasil perengkahan dianalisa dengan metode gas kromatografi jenis FID (Flame Ionization Detector) kolom HP PORAPLOT QO4. Rangkaian alat proses perengkahan minyak nabati dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan:

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1. Gas N ₂ | 5. Mikroreaktor |
| 2. Flow meter | 6. Kondensor |
| 3. Pemanas umpan | 7. Air pendingin |
| 4. Katalis | 8. Sampel liquid |

Gambar 1. Rangkaian alat proses perengkahan minyak nabati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakterisasi Katalis

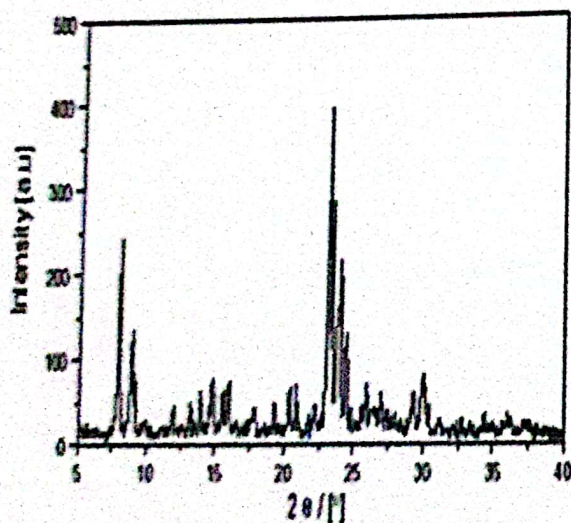
Karakterisasi dari katalis menggunakan beberapa teknik Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) digunakan untuk analisa rasio Si/Al dan Brunauer Emmet Teller (BET) digunakan untuk mengukur luas permukaan (surface area)

dan ukuran pori dari katalis. Sedangkan difraksi sinar X (XRD) digunakan untuk mengetahui jenis dan struktur katalis. Hasil karakterisasi katalis dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2 dan 3.

Table 1. Karakterisasi katalis

Katalis	Si/Al (m/m)	Ukuran pori ($\text{\AA}^{\circ}$)	Luas area permukaan (m^2/g)
HZSM-5	243	13,255	213,3524

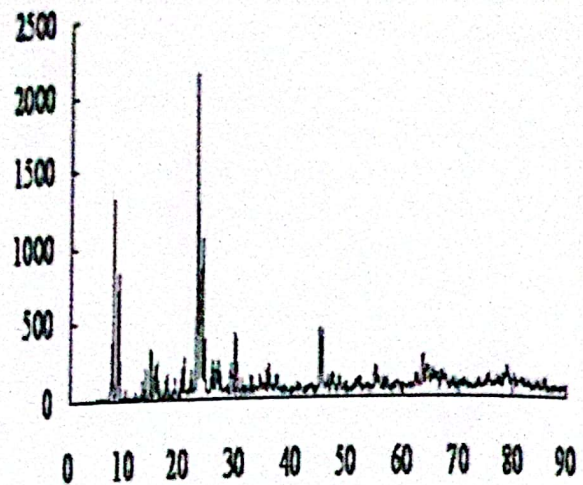
Hasil karakterisasi katalis pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis katalis ini mempunyai ukuran pori $>13 \text{ \AA}^{\circ}$. Katalis tersebut memenuhi kriteria katalis standar yang digunakan untuk proses perengkahan dengan ukuran minimal berukuran 8°A (Bekkum *et al.*, 1991). Luas permukaan katalis antara $194 - 213 \text{ m}^2/\text{g}$. Bekkum *et al.* (1991) menyebutkan bahwa luas permukaan minimum yang disintesa harus lebih dari $100 \text{ m}^2/\text{g}$ untuk dapat digunakan dalam proses perengkahan



Gambar 2. Difraksi sinar X (XRD) HZSM-5 standar

Gambar 2 adalah pola difraktogram HZSM-5 standar sedangkan Gambar 3 adalah pola difraktogram HZSM-5 sintetis. Puncak HZSM-5 diamati pada nilai 2θ antara $7-9^{\circ}$ dan antara $22-25^{\circ}$ yang merupakan puncak yang spesifik dari HZSM-5 (Gambar 2). Berdasarkan hasil perbandingan antara pola difraktogram produk hasil sintesis (Gambar 3) dan pola difraktogram standard

maka dapat disimpulkan bahwa keduanya memberikan pola difraktogram yang sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa produk hasil sintesis yang terbentuk adalah HZSM-5.



Gambar 3. Difraksi sinar X (XRD) HZSM-5 sintesis.

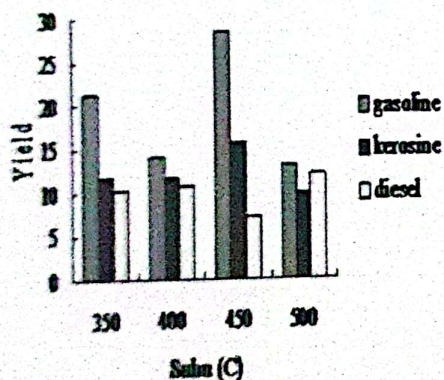
b. Pengaruh Suhu dan Laju gas N_2 terhadap Yield Bensin, Kerosine dan Minyak Diesel pada katalis HZSM-5

Gambar 4 menunjukkan pengaruh temperatur terhadap yield bensin, kerosine dan minyak diesel pada proses perengkahan katalitik minyak sawit menggunakan HZSM-5 sintesis pada laju alir N_2 100 ml.min^{-1} . Dapat dilihat bahwa yield bensin, kerosine dan minyak diesel meningkat dengan naiknya temperatur perengkahan. Peningkatan yield menunjukkan aktivitas katalis dan laju reaksi semakin meningkat. Berdasarkan persamaan Arrhenius: $k = k_0 e^{-E/RT}$ dimana k adalah konstanta reaksi, k_0 adalah faktor aktifitas, E adalah energi aktivasi, R adalah konstanta gas ideal, dan T adalah temperatur reaksi (Levenspiel, 1999), akan meningkat dengan meningkatnya temperatur reaksi. Jika k meningkat maka laju reaksi semakin besar, sehingga yieldnya juga akan meningkat. Bila pada temperatur yang tinggi yieldnya menurun, ini disebabkan karena aktivitas katalis menurun dengan meningkatnya temperatur (Ooi *et al.*, 2004).

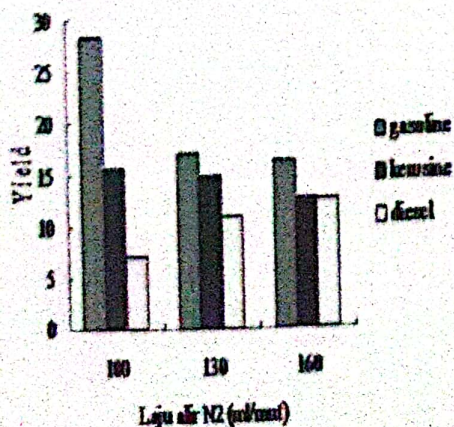
Gambar 5 menunjukkan pengaruh laju alir gas N_2 terhadap yield bensin,

kerosine dan minyak diesel pada proses perengkahan katalitik minyak sawit menggunakan katalis HZSM-5 sintesis pada temperatur 450°C. Diperoleh yield tertinggi untuk fraksi bensin 28.87%, kerosene 16.70% dan minyak diesel 1.20% pada temperatur 450°C dan laju alir gas N₂ 100 ml.min⁻¹. Pada Gambar 5 juga ditunjukkan bahwa yield diesel meningkat dengan meningkatnya laju alir gas N₂. Akibatnya yield bensin dan kerosine akan menurun dengan meningkatnya laju alir gas N₂. Acrolein dalam bensin dan kerosine cenderung terdekomposisi menjadi C₁-C₄ pada temperatur tinggi. Dengan meningkatnya laju alir gas N₂ menunjukkan bahwa acrolein terdekomposisi dalam bensin dan kerosine sehingga yield keduanya menurun.

Pada Gambar 4 dan 5 dapat dilihat adanya perbedaan trend yield antara bensin, kerosin dan diesel; ini karena katalis HZSM-5 yang digunakan menghasilkan produk bensin atau gasoline yang lebih banyak dibanding hasil kerosin dan minyak diesel.



Gambar 4. Pengaruh temperatur terhadap yield pada temperatur 450°C.



Gambar 5. Pengaruh laju alir N₂ terhadap yield pada laju alir N₂ 100ml/min.

SIMPULAN

Dari penelitian uji unjuk kerja katalis HZSM-5 pada proses perengkahan minyak sawit dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Katalis HZSM-5 yang disintesa sesuai dengan HZSM-5 standar dan dapat digunakan dalam proses perengkahan katalitik minyak sawit untuk menghasilkan biofuel.
2. Yield biofuel akan maksimum tercapai pada temperatur 450°C; setelah itu yield kembali normal setelah temperatur diatas suhu 450°C.
3. Yield minyak diesel meningkat dengan meningkatnya laju alir gas N₂, akan tetapi yield bensin dan kerosene akan menurun dengan meningkatnya laju alir gas N₂.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adjaye JD, Katikeni SPR dan Bakhshi NN 1996, Catalytic Conversion of a Biofuel Hydrocarbons: Effect of HZSM-5 And Silica-Alumina Catalysts on Product Distribution. *Fuel Processing Technology*; 48:115-43.
2. Bekkum, H.V., Jansen, J.C. dan Flasingen, E.M., Elsevier. 1991, *Studies in Surface, Science and Catalysis Introduction to Zeolite Science and Practice*, New York: Elsevier.
3. Charusiri W and Vitidsant T. 2005, Kinetic Study on Used Vegetable Oil to Liquid Fuels over Sulfated Zirconia, *Energy & Fuels*, 19, 1783-1789.
4. Heny 2007, Proses perengkahan minyak sawit menggunakan katalis jenis DHC-8, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan aplikasi Teknik Kimia*, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
5. Leng TY, Mohammed AR dan Bhatia S. 1999, Catalytic conversion of palm oil to fuels and chemicals, *Canad J Chem. Eng.* 77:1 – 15
6. Levenspiel, Octave. 1999, *Chemical Engineering Reaction Third Edition*, New York: John Wiley and Sons.
7. Nasikin, M. dan Wahid, A. 2005, Perengkahan Metil Ester menjadi Biogas oline dengan Katalis Zeolite Alam, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan aplikasi Teknik Kimia*,

- Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
8. Ooi, S, Y, Zakaria, R, Muhamed A R & Bhatia, S, 2004, *Catalytic Conversion of Palm Oil Based Fatty Acid Mixture to Liquid Fuel*, Biomassa and Bioenergy, vol.27:477-484.
 9. Plank, J, 1990, *Method for Producing Zeolite*, United State Patent 4,341,748.
 10. Subagio 1993, Zeolit I: Struktur dan Sifat-Sifatnya, *Warta Insinyur Kimia*, Vol 7 No 3
 11. Siregar, B. Tirena dan Amin, N. A. S. 2006, Catalytic Cracking of Palm Oil to Gasoline over Pretreated Cu-ZSM-5, *Jurnal Teknologi*, vol 44, pp.69-82.
 12. Twaiq, Farouq, A., Zabidi, Noor, Asmawati, Abdul, Rahman, Mohamed, Bhatia dan Subhash 2003, Catalytic Conversion of Palm Oil over Mesoporous Aluminosilicate MCM-41 for the Production of Liquid Hydrocarbon Fuels, *Fuel Processing Technology*, vol 84,105-120.
 13. Widayat 2005, Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel dengan Proses Perengkahan Berkatalis Zeolit dan Bahan Baku Minyak Goreng Berbahan Dasar Crude Palm Oil, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
 14. Setyawati Yani, S. and Dongke. Zhang 2009. Transformation of Organic and Inorganic Sulphur in a Lignite During Pyrolysis : Influence of Inherent and Added Inorganic Matter." *Proc. Combust. Inst.* 32: 2083- 2089.
 15. Forum Biodisel <http://www.apolin.blogspot.com>. (Diakses 26 Juni 2007).