

Sintesis Katalis Ni/ZSM-5 untuk Pirolisis Cangkang Sawit Menjadi *Bio-Oil*

Fajril Akbar, Sunarno

Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl.Subrantas Km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293
*E-mail: narnounri@yahoo.com

Abstract

Increasing of the palm plantation every years can be increase the Crude Palm Oil (CPO) product, effecting the increase of the palm solid waste . One of the solid waste is palm kernel shell which used as energy source for boiler that produce palm ash wich as substant for the synthesis of ZSM-5catalyst (ratio Si/Al= 30). The synthesis of Ni/ZSM-5 by impregnation method at temperature 90⁰C, for 6 hours, then calcined by the themperature various of 400⁰C, 500⁰C, and 600⁰C during 4 hours with nitrogen gas is flow, and followed by oxidation with oxygen gas and reduction with hydrogen gas flow for 2 hours at themperature 400⁰C have been conducted. The resulting Ni/ZSM-5 was analyzed by BET method and applied for pyrolysis proccess of the palm kernel shell to produce bio oil. The bio oil product was charactrized for dencity, viscocity and flash point. The result show that maximum surface area of catalyst for calcination obtained at 500⁰C is 67,874 m²/g, and study of pyrolysis proccess from 1% mass of palm kernel shell produce of 43% bio oil yield. The characterization result of bio-oil obtained that density is 0.954gr/ml, viscosity is 12.65cp, and flash point is 62⁰C.

Keywords : BET, Bio-Oil, Ni/ZSM-5, Pyrolysis, Solid Waste

I.Pendahuluan.

Saat ini industri sawit merupakan salah satu komoditas yang memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari luas perkebunan sawit yang meningkat tiap tahunnya, yaitu dari 7,0 juta hektar pada tahun 2008 menjadi 7,3 juta hektar pada tahun 2009. Sedangkan produksi minyak sawit *Crude Palm Oil* (CPO) terus mengalami peningkatan dari 19,2 juta ton pada tahun 2008 meningkat menjadi 19,4 juta ton pada tahun 2009 (ICN, 2009).

Dengan semakin meningkatnya produksi CPO maka akan mengakibatkan peningkatan jumlah limbah sawit. Untuk itu diperlukan suatu cara agar limbah sawit dapat dimanfaatkan sehingga limbah sawit dapat ditanggulangi. Sawit mengandung lebih kurang 67% brondolan, 21,5% tandan kosong, 11,1% *blowdown* dan 0,4% penguapan pertandan buah segar. Tiap brondolan diperoleh CPO (*Crude Palm Oil*) kasar 43,5% dan biji serta ampas 23,5%. Didalam biji mengandung biji 10,4%, cangkang sekitar 5,4% dan kernel 5% (Naibaho, 1996).

Limbah padat berupa cangkang dan sabut digunakan sebagai bahan bakar ketel (*boiler*) untuk menghasilkan energi mekanik dan panas. Masalah yang kemudian timbul adalah sisa dari pembakaran pada ketel (*boiler*) berupa abu sawit dengan jumlah yang terus meningkat sepanjang tahun tahunnya yang sampai sekarang masih belum termanfaatkan.

Abu sawit umumnya dibuang di *landfill* atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan abu sawit dapat menimbulkan masalah lingkungan. Karena abu sawit ini mengandung banyak silika maka dapat dikonversi menjadi silika

terspresipitasi (Saputra, 2006). Abu sawit asal Propinsi Riau berupa sabut dan cangkang berkadar silika berturut-turut 61,3 dan 76,2% berat (Zahrina, 2003). Sehingga penggunaan abu sawit dapat digunakan dalam pembuatan katalis ZSM-5. Katalis ZSM-5 merupakan salah satu zeolit sintesis yang banyak digunakan di industri terutama untuk reaksi perengkahan.

Siswodiharjo (2006) telah melakukan penelitian reaksi hidrroengkah parrafin menggunakan katalis Ni/Zeolit, Mo/Zeolit dan NiMo/Zeolit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis Ni/Zeolit memiliki efektivitas katalis yang paling baik. Katalis Zeolit akan diganti dengan ZSM-5 karena ZSM-5 memiliki aktivitas dan selektivitas serta stabilitas termal yang tinggi. ZSM-5 juga menyediakan permukaan yang luas untuk menebarkan komponen aktif berupa logam.

Untuk memperoleh katalis ZSM-5 yang baik, dibuat suatu sistem logam pengemban yaitu dengan cara menempelkan komponen aktif logam Ni. Keuntungan yang diperoleh adalah komponen aktif logam dapat didistribusikan secara merata ke seluruh pori-pori pengemban sehingga luas permukaan katalis menjadi besar. Katalis Ni/ZSM-5 ini akan diuji kinerjanya dalam proses pirolisis *bio-oil*.

Bio-oil ini merupakan salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar dari minyak bumi yang mengalami penurunan produksi tiap tahunnya. *Bio-oil* sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi memiliki beberapa keuntungan yaitu *bio-oil* sangat ramah lingkungan karena dapat mendaur ulang limbah, mengurangi penimbunan, mencegah pencemaran tanah dan air tanah, tidak menghasilkan emisi SO_x dan ketika dibakar emisi NO_x yang dihasilkan hanya sekitar 15%.

Karena *bio-oil* memiliki kandungan nitrogen dan sulfur yang sangat sedikit.

Bio-oil adalah cairan yang dapat larut dalam air, bahan bakar yang dapat dioksigenasi, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen.

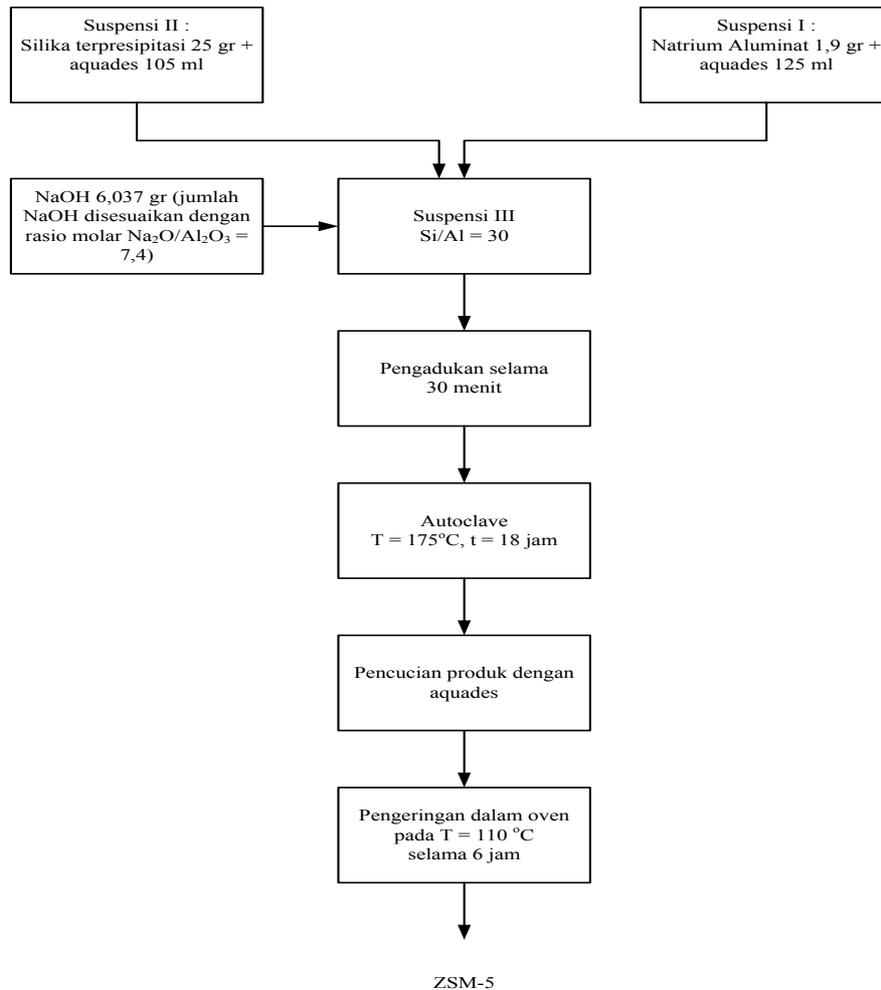
Anugra (2011) telah melakukan penelitian pirolisis cangkang sawit menjadi *bio-oil* didapatkan rasio katalis

Sintesis ZSM-5 mengacu pada prosedur yang telah dilakukan oleh Misdian (2009) dengan kondisi suhu 175 °C, Si/Al 30 selama 18 jam. Terlebih dahulu akan

1%wt Ni/NZA dan suhu pirolisis 320°C dan pada kecepatan pengadukan 300 rpm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh variasi suhu kalsinasi terhadap luas permukaan katalis.

II. Metodologi.

dilakukan pembuatan silika terpresipitasi dan natrium aluminat.



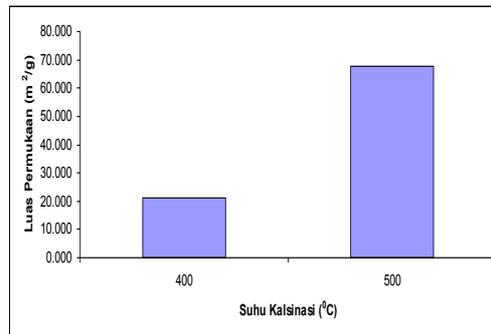
Gambar 1. Sintesis Katalis Ni/ZSM-5

Sampel ZSM-5 direfluks dengan larutan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 500 ml pada suhu 90 °C selama 6 jam, kemudian disaring dan dicuci. Sampel ini dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam sehingga didapat sampel Ni/ZSM-5. Pengembangan logam sebesar 3% b/b terhadap sampel ZSM-5, dikalsinasi pada variasi suhu 400, 500 °C dengan waktu 4 jam sambil dialirkan gas nitrogen sebesar ± 400 ml/menit, dilanjutkan dengan oksidasi pada suhu 400 °C menggunakan gas oksigen sebesar ± 400 ml/menit selama 2 jam dan reduksi pada suhu 400 °C menggunakan gas hidrogen sebesar ± 400 ml/menit selama 2 jam.

Untuk menguji aktivitas kinerja Ni/ZSM-5 diuji dengan melakukan pirolisis cangkang sawit mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Anugra (2010). Cangkang sawit yang telah dihancurkan ditimbang sebanyak 50 gram dengan ukuran -40+60 mesh beserta 500 ml *thermal oil* (silinap 280 M) dimasukkan ke dalam reaktor dan ditambahkan 1%-wt Ni/ZSM-5 dari berat cangkang sawit kemudian dilakukan pirolisis pada temperatur 320°C dan pada kecepatan pengadukan 300 rpm hingga waktu tertentu. Gas Nitrogen dialirkan ke dalam reaktor dengan laju alir 1,3 mL/detik. Diulangi dengan variasi suhu kalsinasi Ni/ZSM-5 lainnya (Ni/ZSM-5 dengan suhu kalsinasi yaitu 400, 500 °C).

III. Hasil dan Pembahasan.

a. Analisis Data Suhu Kalsinasi



Gambar 2. Hubungan Suhu Kalsinasi Terhadap Luas Permukaan Katalis

Dari Gambar 4.1 diketahui bahwa pada suhu kalsinasi 400⁰C luas permukaan katalis 21,300 m²/g, suhu kalsinasi 500⁰C dihasilkan luas permukaan 67,874 m²/g dan pada suhu kalsinasi 600⁰C dihasilkan luas permukaan 22,959 m²/g. Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa suhu kalsinasi mempengaruhi luas permukaan katalis Ni/ZSM-5.

Suhu kalsinasi 400⁰C luas permukaan katalis yang diperoleh kecil hal ini disebabkan fasa aktif yang diimbangkan belum terbentuk secara sempurna. Pendapat ini sesuai dengan penelitian Elmasry [1994] yang menyatakan bahwa fasa aktif terbentuk pada suhu diatas 623 K atau 350⁰C. Ini berarti bahwa perlu suhu yang lebih tinggi agar reaksi kalsinasi dapat berjalan sempurna dan fasa aktif dapat terbentuk.

Tetapi pada suhu 500⁰C terjadi peningkatan luas permukaan katalis Ni/ZSM-5. Pada tahap pengeringan setelah impregnasi, garam prekursor Ni(NO₃)₂.6H₂O akan berubah menjadi Ni₃(NO₃)₂(OH)₄ [Sietsma., 2008]. Tahap Kalsinasi terjadi reaksi:



Reaksi ini menunjukkan bahwa fasa oksida akan terbentuk pada tahap kalsinasi dan gas seperti NO₂, O₂, H₂O akan hilang seiring dengan meningkatnya suhu kalsinasi. Gas-gas seperti NO₂, O₂, H₂O merupakan pengotor yang jika terdapat pada katalis akan membuat pori-pori katalis dipenuhi pengotor sehingga luas permukaan katalis menjadi kecil. Jika pengotor-pengotor ini hilang secara sempurna maka luas permukaan katalis akan meningkat karena pori-pori katalis lebih terbuka.

Selanjutnya tahap oksidasi yang bertujuan untuk mengubah sisa-sisa logam atau nonlogam yang mengganggu stabilitas dan aktivitas katalis logam pengemban supaya menjadi senyawa-senyawa oksidanya sehingga mudah untuk meninggalkan permukaan pengemban. Kemudian fasa oksida ini akan direduksi menjadi logam Ni yang diinginkan.



Hal ini menunjukkan bahwa suhu kalsinasi yang lebih tinggi dari 400⁰C menghasilkan luas permukaan yang luas seperti pada suhu 500⁰C.

b. Analisis Data Luas Permukaan Katalis dan Yield Bio-Oil

Tabel 4.1 Hasil Perolehan Yield Bio-Oil

Suhu Kalsinasi (°C)	Luas Permukaan Ni/ZSM-5 (m ² /g)	Yield Bio-Oil (%)
400	21.300	32
500	67.874	40

Tabel 4.1 menunjukkan data hasil perolehan *yield bio oil* pada berbagai variasi suhu kalsinasi pada katalis Ni/ZSM-5. Persentase *yield bio oil* dengan katalis Ni/ZSM-5 dengan berbagai suhu kalsinasi (400°C, 500°C) dipirolysis pada temperatur 320°C berturut-turut adalah 31%, 42%.

Luas permukaan katalis yang mempengaruhi *yield bio oil* yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil luas permukaan 67,874 m²/g menghasilkan *yield bio oil* yang besar yaitu 42%. Luas permukaan katalis akan mempengaruhi aktivitas katalis, semakin luas permukaan suatu katalis maka fasa aktif yang tersebar semakin banyak sehingga akan meningkatkan aktivitas [Putera,2008].

c. Karakterisasi *Bio-Oil*

Tabel 4.2 Perbandingan Karakteristik Bio Oil yang Dihasilkan dengan Standar Referensi.

No	Parameter	Standar <i>Bio Oil</i> [Smallwood, 2008]	<i>Bio Oil</i> Ni/ZSM-5
1	Massa Jenis, gr/ml	0,94 - 1,2	0,954
2	Viskositas, cp	10 - 150	12,65
3	Titik Nyala, °C	48 - 55	62

IV. Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan pembahasannya, maka dapat disimpulkan bahwa Pada sintesis katalis Ni/ZSM-5 penelitian ini, suhu kalsinasi mempengaruhi luas permukaan katalis. Luas permukaan yang paling besar dihasilkan pada suhu kalsinasi 500°C yaitu 67,874 m²/g. Hasil pengujian aktivitas katalis Ni/ZSM-5 pada proses pirolisis cangkang sawit menjadi *bio-oil* menunjukkan luas permukaan katalis berbanding lurus terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan. Hasil karakteristik *bio-oil* pada proses pirolisis cangkang sawit dengan menggunakan katalis Ni/ZSM-5 diketahui densitas *bio-oil* : 0,954 gr/ml, viskositas : 13,196 cSt dan titik nyala 62°C.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada Elfrida dan pihak-pihak yang membantu terlaksananya penelitian.

V. Daftar Pustaka.

Anugra, R. D., 2011, Efek Kandungan Logam Ni/NZA Pada Proses Pencairan Langsung Biomassa Menjadi *Bio Oil*, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Pekanbaru.

Elmasry, M. A. A., Gaber, A., Khater, M. H., 1998, Thermal Decomposition of Ni(ii) and Fe(iii) Nitrates and Their Mixture, Journal of Thermal Analysis, vol 52, no 489-495.

Indonesian Commercial Newsletter, 2009, Industri Palm Oil di Indonesia November 2009, <http://www.datacon.co.id/CPO1-2009Sawit.html>, 1 April 2011.

Misdian, D., 2009, Pembuatan CoMo/ZSM-5 dari Abu Sawit Sebagai Katalis pada Pengolahan Biomassa Menjadi Bahan Bakar Cair, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.

Naibaho, Ponten M., 1996. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.

Putera, D. D., 2008, Sintesis Fotokatalis CuO/ZnO untuk Konversi Metanol Menjadi Hidrogen, *Skripsi*, Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung.

Saputra, E., Utama P. S., dan Aman, 2006, Pembuatan Industrial Grade Silica Dari Limbah Padat Abu Sabut Sawit dengan Proses Ekstraksi dan Sol-Gel, *Kumpulan Hasil Penelitian Unggulan Universitas Riau*, Lembaga Penelitian UR, Hal 199-201.

Sietsma, Jelle R, A., Friedrich, H., Broersma, A., Versluijjs-Helder, M., Dillen, A. J. V., Jongh, P, E., Jong K, P., 2008, How Nitric oxide affects the decomposition of supported nickel nitrate to arrive at highly dispersed catalyst, Elsevier, Netherlands, 227-235.

Siswodiharjo, 2006, *Reaksi Hidrorengkah Katalis Ni/Zeolit, Mo/Zeolit, Ni-Mo/Zeolit Terhadap Parafin*, Abstrak, FMIPA UNS, Surakarta.

Zahrina, I. dan Rina, D.S., 2003, Studi Pemanfaatan Abu Sawit Sebagai Sumber Silika Pada Konversi Zeolit Alam Menjadi ZSM - 5, *Laporan Penelitian*, Lembaga Penelitian UR, Pekanbaru.