

KONVERSI *CASHEW NUT SHELL LIQUID (CNSL)* DARI KULIT BIJI METE MENJADI FRAKSI BAHAN BAKAR CAIR MELALUI PROSES *CATALYTIC HYDROCRACKING*

Ahmad Nasir Pulungan
 pulunganahmadnasir@yahoo.co.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan fraksi bakar cair setaraf bensin dan diesel melalui proses *catalytic hydrocracking CNSL* dari kulit biji mete. *CNSL* atau disebut juga minyak laka diperoleh dari limbah kulit biji mete melalui proses pengepresan secara elektrik. Proses perengkahan secara *catalytic hydrocracking* minyak laka dilakukan dalam reaktor *stainless steel* sistem *fixed-bed* menggunakan katalis sintetik zeolit-Y dengan variasi rasio katalis umpan 0.17, 0.25, dan 0.50 (b/b) pada temperatur proses 450°C. Sebagai pembandingan proses perengkahan juga dilakukan secara termal. Konversi produk cair yang diperoleh dianalisis dengan Kromatografi Gas (GC). Produk yang dihasilkan dari perengkahan katalitik minyak laka berupa cairan, kokas dan gas. Produk cair terdiri dari fraksi bensin (C₅-C₁₂), fraksi diesel (C₁₂-C₂₀) dan fraksi minyak berat (> C₂₀). Konversi produk cair tertinggi dihasilkan pada rasio katalis umpan 0,5 (b/b sebesar 51.28%, dengan selektivitas terhadap fraksi bensin, diesel dan minyak berat masing-masing sebesar 49,77%, 23,35%, dan 27,88%..

Kata kunci : *Cashew Nut Shell Liquid (CNSL)*, zeolit-Y, *hydrocracking*, katalis

Pendahuluan

Negara Indonesia sangat kaya akan sumber daya alam, salah satunya adalah jambu mete. Tanaman jambu mete telah lama dikenal dan diusahakan, namun pemanfaatannya belum maksimal. Dalam pengolahan gelondongan jambu mete akan dihasilkan biji mete dan hasil samping berupa kulit biji mete. Kulit biji mete mengandung minyak laka atau *CNSL (Cashew Nut Shell Liquid)* yang tidak dapat digunakan sebagai bahan pangan tetapi dapat digunakan untuk berbagai keperluan industri antara lain sebagai bahan baku oli rem mobil dan pesawat terbang, perekat kayu pada industri kayu lapis, dan bahan pestisida alami (Andriyanti dkk., 2006). Kulit biji mete sebagai hasil samping pengolahan biji mete mengandung minyak laka atau *CNSL*, yang tidak dapat digunakan sebagai bahan pangan, memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai *renewable resources*. Minyak laka atau *CNSL* merupakan senyawa fenolat kompleks yang mengandung rantai cabang yang panjang dan sifatnya tidak jenuh. Ditinjau dari komposisi kimianya *CNSL* berbeda-beda tergantung pada cara memperolehnya atau cara ekstraksi yang digunakan dan pemberian panas yang telah dilakukan dalam proses penggorengan (*roasting*). *CNSL* alami (*cold solvent extracted*) terdiri dari 70 % asam anarkadat, 18 % kardol dan

5 % kardanol. Senyawa tersebut terdiri dari campuran unsur yang mempunyai berbagai rantai gugus alkil tidak jenuh. Adapun komposisi dari *CNSL* teknis (*heat extracted process*) mengandung 52 % kardanol, 10 % kardol dan 30 % senyawa polimer (Andriyanti dkk., 2006). Rantai cabang yang panjang pada senyawa fenolat kompleks tersebut melalui reaksi perengkahan dapat dipecah menjadi senyawa hidrokarbon dengan rantai karbon yang lebih pendek. Sehingga konversi minyak laka atau *Cashew Nut Shell Liquid (CNSL)* dari kulit biji jambu mete melalui reaksi perengkahan katalitik secara *hydrocracking* diharapkan akan dihasilkan senyawa hidrokarbon setaraf fraksi bahan bakar bensin dan diesel.

Pada umumnya reaksi-reaksi kimia di dalam industri kimia (seperti pengolahan minyak bumi) menggunakan katalis dalam prosesnya. Proses menggunakan katalis sangat menguntungkan, karena laju proses kimia dapat menjadi lebih cepat. Zeolit yang biasa digunakan sebagai katalis pada proses minyak pelumas, diesel dan destilat minyak sedang dan berat (Bartholomew and Farrauto, 2005). Sirajudin, N., dkk., 2012; Mahardiani, L., dkk., 2011; Nasikin, M., dkk., 2009; Wijarnako, A., dkk., 2006; Sang, 2003; Twaiq, 2003; Demirbas, 2003; telah melakukan *catalytic cracking* (perengkahan katalitik) minyak sawit untuk menghasilkan fraksi bahan bakar. Katalis yang digunakan

umumnya adalah katalis heterogen yang memiliki luas permukaan dan situs asam yang tinggi. Zeolit merupakan katalis asam, banyak digunakan pada industri petrokimia dan petroleum karena memiliki situs asam Bronsted dan Lewis. Pada penelitian ini digunakan katalis zeolit-Y. Hal ini dikarenakan Zeolit Y merupakan zeolit sintetik yang memiliki luas permukaan dan konsentrasi situs asam yang tinggi serta struktur pori yang seragam dengan stabilitas termal dan selektivitas yang tinggi (Htay Mu Mu dan Mya Mya Oo, 2008), sehingga harapannya akan dihasilkan produk dengan kuantitas dan selektivitas yang tinggi terhadap fraksi bahan bakar bensin dan diesel.

METODOLOGI PENELITIAN

1. Alat

Peralatan yang digunakan antara lain: seperangkat alat gelas, *Thermocouple*, *Thermometer*, *furnace*, reaktor *stainless steel*, kondensor, neraca analitik, pemanas listrik, pengaduk magnetik, saringan 100 mesh, oven desikator, alat pres elektrik (Lab. PAU UGM), GC-MS QP2010S SHIMADZU (Lab. Kimia Organik FMIPA UGM)

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah: minyak laka/CSNL, zeolit-Y (TOSOH-Japan), gas hidrogen (teknis, P.T. Samator Gas), Kulit biji mete dari Wonosari.

3. Preparasi sampel minyak laka

Sampel minyak laka/CSNL diperoleh dari kulit biji mete dengan cara press menggunakan alat press elektrik yang dilakukan di lab. PAU UGM. Sebelum dipress kulit biji mete tersebut dikeringkan dengan panas matahari.

4. Perengkahan Minyak Laka

Umpam yang digunakan adalah minyak laka/CSNL dari kulit biji mete. Proses perengkahan dilakukan dengan gas hidrogen (*hydrocracking*) dengan ratio katalis umpam masing-masing 0.17, 0.25, dan 0.50 (b/b). Katalis dan umpam ditimbang, selanjutnya katalis diletakkan dalam wadah katalis dan umpam diletakkan dalam wadah umpam. Kemudian keduanya dimasukkan dalam reaktor *fixed-bed* yang terbuat dari *stainless steel*. Setelah itu reaktor dimasukkan kedalam *furnace* dan dipanaskan sampai

temperatur 450°C dan dialirkan gas hidrogen sebagai *feed* dengan laju alir 20 mL/menit dan umpam diuapkan serta dialirkan ke dalam reaktor. Proses reaksi dilakukan selama 1 jam. Produk yang terbentuk dialirkan melalui selang silikon dengan melewati kondensor dan produk cair dianalisis dengan GC. Produk terdiri dari fraksi cair, gas dan kokas. Jumlah residu dihitung berdasarkan selisih berat umpam sebelum dan sesudah proses perengkahan/ hidrorengkah.

$$\%(\text{b/b}) \text{ kokas} = \frac{\text{berat kokas}}{\text{berat katalis}} \times 100\% \quad (1)$$

Di mana WK_1 = berat katalis sebelum proses perengkahan (g), WK_2 = berat katalis setelah proses perengkahan (g), W_u = berat umpam (g),

$$\%(\text{b/b}) \text{ Produk cair} = \frac{\text{berat produk cair}}{\text{berat katalis}} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan W_{pc} = berat produk cair (g)

$$\%(\text{b/b}) \text{ residu} = \frac{\text{berat residu}}{\text{berat katalis}} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan W_{wu1} = Wadah umpam sebelum proses perengkahan, dan W_{wu2} = wadah umpam sesudah proses perengkahan (g)

$$\%(\text{b/b}) \text{ produk gas} = 100\% - (\% \text{ produk cair} + \% \text{ Kokas} + \% \text{ Residu}) \quad (4)$$

$$\% \text{ K fraksi B/D/MB} = \frac{\text{Kromatogram B}}{\text{Kromatogram D} + \text{Kromatogram MB}} \times 100\% \quad (5)$$

Dengan: K= kromatogram, B= fraksi bensin, D= fraksi diesel, MB= fraksi minyak berat, LKGC= luas kromatogram kromatografi gas (Pulungan, 2011)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Reaksi *cracking* (perengkahan) bertujuan untuk pemecahan molekul- molekul besar menjadi molekul- molekul kecil. Dalam reaksi yang melibatkan senyawa hidrokarbon, perengkahan merupakan pemutusan ikatan C-C dari senyawa hidrokarbon rantai panjang yang bertujuan untuk memperoleh molekul yang memiliki rantai karbon yang lebih pendek dari semula.

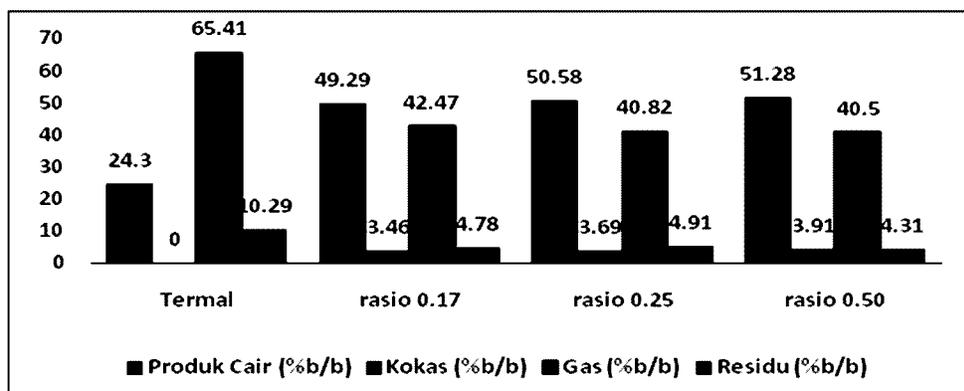
Terjadinya proses perengkahan CNSL atau minyak laka pada penelitian ini selain ditunjukkan oleh kromatogram GC, juga

ditunjukkan oleh perubahan warna dan viskositas dari produk cair yang sangat berbeda dengan minyak laka sebelum *dihydrocracking*. Produk cair yang dihasilkan umumnya berwarna kuning kecoklatan dimana warna sebelumnya adalah merah kehitaman, dan viskositas yang lebih rendah dibandingkan minyak laka. Keberadaan produk gas ditunjukkan dengan terdapatnya gelembung gas pada penampung gas buangan pada saat reaksi berlangsung. Pembentukan kokas diamati secara visual dari perubahan katalis setelah reaksi *hydrocracking*. Katalis zeolit Y mengalami perubahan warna dari putih menjadi hitam pekat. Kondisi reaksi sangat mempengaruhi proses konversi produk *hydrocracking*. Dari pengolahan data menggunakan persamaan 1, 2, 3, dan 4 diatas diperoleh nilai konversi produk cair, gas, dan kokas *hydrocracking* minyak laka, ditunjukkan pada gambar 1. Dari gambar 1 terlihat bahwa perengkahan secara termal menunjukkan aktivitas yang paling rendah. Pada perengkahan secara termal konversi produk cair yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan perengkahan secara katalitik yaitu 24,3 % (b/b) dan produk dominan gas mencapai 65,41%.

Hal ini dapat dijelaskan melalui pemahaman mekanisme perengkahan termal. Mekanisme reaksi perengkahan termal diyakini melalui pembentukan radikal bebas. Energi yang besar digunakan untuk memutuskan ikatan hidrokarbon secara homolitik. Mekanisme perengkahan katalitik yaitu dengan adanya katalis, melewati pembentukan karbokation yang diinisiasi oleh situs asam Lewis dan Bronsted atau *H-abstraction* oleh asam Lewis (Wojciechowski dan Corma, 1986). Dengan demikian energi yang dibutuhkan untuk perengkahan menggunakan katalis akan lebih rendah bila dibandingkan dengan perengkahan termal. Hasil konversi produk katalis:umpan 0,5 yaitu sebesar 51,28% (b/b)

cair dari perengkahan secara termal lebih kecil dibanding dengan menggunakan katalis. Menurut Gates dkk. (1995) bahwa setiap radikal yang terbentuk pada inisiasi perengkahan secara termal dapat secara terus menerus menginduksi proses *scission* sehingga terbentuk radikal baru dengan jumlah atom karbon yang lebih sedikit. Hal ini karena sangat cepatnya reaksi radikal, reaksi ini akan terus berjalan hingga menyebabkan produk dominan perengkahan secara termal adalah senyawa hidrokarbon dengan berfasa gas.

Rasio katalis: umpan merupakan parameter yang dapat mempengaruhi konversi produk proses perengkahan. Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa konversi produk cair yang dihasilkan meningkat dengan kenaikan rasio katalis:umpan. Pada sistem katalis heterogen rasio katalis umpan berkaitan dengan peluang terjadinya kontak antara molekul-molekul reaktan dengan padatan katalis, sehingga terjadi adsorpsi molekul reaktan pada permukaan padatan katalis yang merupakan syarat terjadinya reaksi katalisis. Rasio katalis/ umpan yang tinggi memberikan peluang yang lebih besar untuk terjadinya kontak antara molekul-molekul reaktan dengan padatan katalis sehingga menghasilkan reaksi terkatalisis yang juga semakin besar. Hal ini ditandai dengan semakin besarnya konversi fraksi cair yang dihasilkan. Begitu pula sebaliknya rasio katalis/umpan yang kecil, maka akan semakin kecil pula peluang terjadinya kontak antara molekul-molekul reaktan dengan padatan katalis, sehingga reaksi terkatalisis yang dihasilkan makin kecil, sehingga konversi fraksi cair yang dihasilkan juga makin kecil. Konversi produk cair tertinggi dihasilkan pada kondisi reaksi dengan rasio



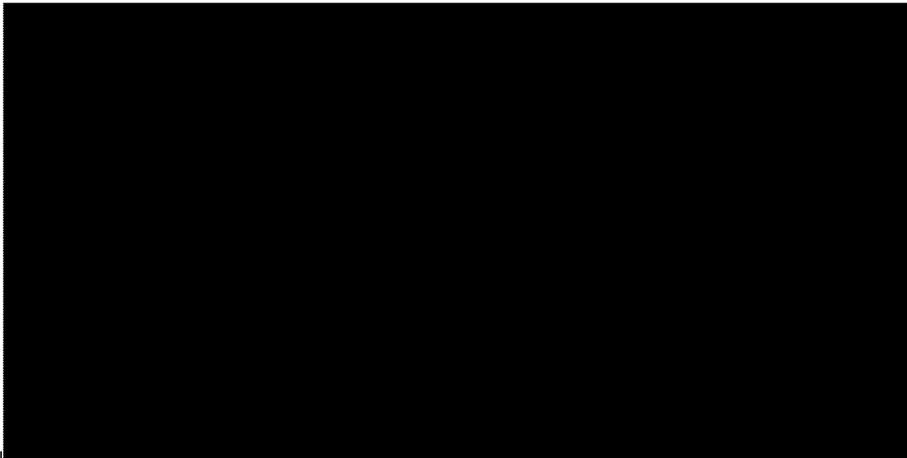
Gambar 1 Grafik Perbandingan Distribusi Produk Konversi Hasil Perengkahan CNSL/Minyak Laka Secara Termal Dan Katalitik Hydrocracking

kecenderungan suatu katalis dalam menghasilkan komponen tertentu. Pada reaksi *hydrocracking* minyak laka, diharapkan mampu menghasilkan fraksi ringan dalam jumlah besar. Fraksi bensin merupakan senyawa hidrokarbon dengan jumlah atom karbon C_5 - C_{12} , sedangkan diesel mempunyai jumlah atom karbo $C > 12$. Dalam penelitian ini yang dikehendaki adalah fraksi bensin dan diesel. Kandungan fraksi bensin dan diesel serta minyak berat dalam produk cair dapat dihitung dengan mengolah data kromatogram GC untuk mendapatkan persen luas puncak masing-masing setelah dilakukan *spiking* dengan senyawa standart $C_{12}H_{26}$ (dodekana), dan dikalikan dengan konversi produk cair.

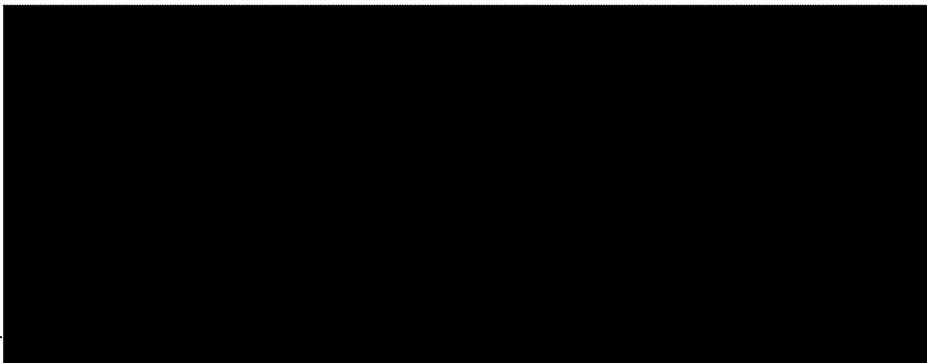
Selektivitas menggambarkan

Berdasarkan kromatogram GC dari produk yang telah di *spiking* diperoleh informasi bahwa $C_{12}H_{26}$ muncul pada waktu retensi 9,345 menit sehingga dapat diperkirakan bahwa puncak-puncak yang berada sebelum waktu retensi 9,348 menit adalah komponen fraksi bensin sedangkan puncak-puncak diatas 9,348 merupakan fraksi diesel dan puncak diatas waktu retensi 20 menit adalah fraksi minyak berat.

Dari gambar 2 dapat disimpulkan bahwa reaksi perengkahan dengan katalis zeolit Y memberikan selektivitas yang lebih tinggi terhadap fraksi bensin dan diesel dibandingkan dengan proses termal. Pada proses termal selektivitas produk cair terhadap fraksi bensin dan diesel masing-masing hanya sebesar 20,96% dan 11,61%, sementara fraksi minyak beratnya paling besar yaitu 67,43%



Gambar 2. Grafik Hubungan Proses Reaksi Vs Selektivitas Produk Cair Terhadap Fraksi Bensin, Diesel dan Minyak Berat



Gambar 3. Grafik Hubungan Rasio Katalis:Umpan Vs Selektivitas Produk Cair Terhadap Fraski Bensin Dan Diesel

Pada proses perengkahan secara katalitik dengan menggunakan katalis zeolit Y, dari gambar 3 ditunjukkan bahwa pada rasio katalis: umpan yang lebih tinggi selektivitas produk yang dihasilkan terhadap fraksi bensin secara umum meningkat. Selektivitas tertinggi produk cair terhadap fraksi bensin diperoleh pada rasio; katalis umpan 0,5 sebesar 49,77% diikuti pada rasio katalis :umpan 0,25 dan 17 masing-masing sebesar 47,85% dan 43,02%. Pada gambar 3 juga ditunjukkan bahwa selektivitas produk cair yang dihasilkan terhadap fraksi diesel meningkat pada rasio katalis; umpan 0,17 dan 0,25 dan mengalami penurunan pada rasio katalis; umpan 0,50 berturut masing-masing sebesar 20,97%, 27,58% dan 22,35%.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tersebut diatas, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Produk reaksi *catalytic hydrocracking* CNSL dari kulit biji mete dihasilkan gas, cairan (produk cair) dan padatan (kokas).
2. Produk cair yang dihasilkan menghasilkankromatogram tiga fraksi yaitu fraksi bensin ($C_5- C_{12}$), diesel ($C_{12}- C_{20}$), dan minyak berat ($>C_{20}$).
3. Konversi produk cair tertinggi dihasilkan pada rasio katalis: umpan 0,50 dengan yaitu sebesar 51,28% (b/b) dengan selektivitas terhadap fraksi bensin, diesel masing-masing sebesar 49,77% dan 22,35%.

2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh jenis katalis dan optimalisasi proses reaksi terhadap alat-alat yang digunakan terutama pada sistem pendingin agar diperoleh konversi produk cait yang lebih optimal dan selektivitas yang lebih tinggi terhadap fraksi bensin.

Daftar Pustaka

- Andriyanti, C, Titik S, Adrian N, 2006, Ekstraksi *Cashew Nut Shell Liquid* (CSNL) dari Kulit Biji Mete, *Ekualibrium*, 5, 40-45.
- Bartholomew, C.H and Farrauto, R.J., 2005, *Fundamental of Industrial Catalytic Processes*, John Wiley & Sons, United State of America.
- Demirbas, A., 2003, Fuel Conversional Aspect of Palm Oil and Sunflower, *Energy Sources Journal* Vol. 25, number 5, may, Taylor & Francis Publisher.
- Gates, B.C, Katzer, J.R and Schuit, G.A., 1995, *Chemistry of Catalytic Proses*, 1st Edition, Mc Graw- Hill Book Company, New York.
- Htay Mu Mu, Mya Mya Oo, 2008, Preparatioan of Zeolite Y Catalyst for Petroleum Cracking, *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
- Mahardiani, L., Kurniawan, E., Trisunaryanti, W., dan Triyono, 2011, Hidrorengkah Metil Ester Asam Lemak (MEPO) menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi, *J. Molekul*, Vol. 6, N0. 2, 105-112.
- Nasikin, M., Susanto, H.B., Hirsaman, M.A., and Wijarnoko, A., 2009, Biogasoline from Palm Oil by Simultaneous Cracking and Hydrogenation Reaction Over NiMo/Zeolite Catalyst, *World Applied Science Journal* 5, 74-79.
- Pulungan, A.N., Trisunaryanti, W., dan Triyono, 2011, Hidrorengkah Minyak Laka Menjadi Fraksi Bahan Bakar Cair Menggunakan Katalis Zeolit Alam, *Saintika*, Vol.2, No.2, 81-85.
- Sirajudin, N., Jusoff, K., Yani, S., Ifa, L., and Roesyadi, A., 2012, Biofuel Production from Catalytic Cracking Palm Oil, *World Applied Science Journal* 26, 676-71.
- Twaig F., A., Mohammed, A., Bhatia, S., 2003, Liquid Hydrocarbon Fuels from Palm Oil by Catalytic Cracking Over Aluminasilicate Mesoporous

- Catalytic with Various Si/Al Ratio, *J. Micro and Meso Mat*, 64, 95-107.
- Wijanarko, A., Dadi, A.M., dan Nasikin, M., 2006, Produksi Biogasoline dari Minyak Sawit melalui Reaksi Perengkahan Katalitik dengan Katalis γ - Alumina, *Makara, Teknologi*, Vol.10, NO.2, 51-60.
- Wojcies and Corma, 1986, *Catalytic Cracking, Catalyst Chemistry and Kinetic*, Marcedekker, Newyork.