

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Minyak bumi merupakan sumber energi primer yang berasal dari fosil dan tidak dapat diperbaharui serta ketersediaannya terbatas. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia yaitu sebanyak 825.000 bpd (*barrells per day*) namun sampai saat ini masih mengimpor Bahan Bakar Minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di sektor transportasi dan energi. Menurut informasi dari Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM), cadangan minyak mentah terbukti yang ada saat ini akan bertahan untuk sekitar 23 tahun dan akan terjadi krisis energi di dunia sehingga dibutuhkan sumber energi alternatif. Kebutuhan/konsumsi bahan bakar minyak (BBM) nasional pada tahun 2015 sudah diatas 1,628 juta barel per hari dan kemampuan kilang domestik hanya 1,169 juta barel per hari, maka sisa kebutuhan BBM masih harus diimpor (BP Statistical Review of World Energy, 2016).

Hal ini berkaitan dengan perkembangan teknologi, industri, dan transportasi yang semakin pesat serta meningkatnya konsumsi bahan bakar untuk rumah tangga. Kelangkaan akan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia cukup meresahkan masyarakat dikarenakan pasokan cadangan minyak bumi semakin menipis. Hal ini ditandai dengan kenaikan harga dan kelangkaan BBM yang semakin meresahkan masyarakat serta dampak dari penggunaan BBM yaitu kerusakan lingkungan (polusi udara) karena kandungan asam sulfurnya sekitar 0,5 sampai 6,0%. Seiring dengan menipisnya cadangan bahan bakar fosil, maka pencarian akan sumber energi alternatif menjadi semakin penting. Dengan demikian perlu dilakukan upaya-upaya untuk penelitian dan penggunaan sumber-sumber energi alternatif bersifat baru dan terbarukan serta ramah lingkungan (*green fuels*).

Indonesia memiliki sumber daya alam yang sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif pengganti minyak bumi. Salah satunya

yaitu minyak dan lemak, baik yang berasal dari nabati maupun hewani. Salah satu sumber minyak nabati yang sangat potensial untuk dikembangkan adalah minyak nabati yang bersumber dari limbah biji karet. Tahun 2016, Indonesia memiliki kebun karet seluas 3.639.695 hektar (Kementan, 2016). Indonesia dapat menghasilkan biji karet sebesar 1500 kg/ha/tahun dengan kandungan minyak nabati pada biji karet sebesar 40-50% dari bahan kering (Suparno dkk, 2010). Menurut Griffiths dan Hilditch kandungan asam lemak jenuh minyak biji karet sebesar 18,4%, asam oleat 23,6%, asam linoleat 43,3% dan asam linolenat 14,7%. Kandungan asam lemak dalam minyak biji karet dapat dikonversi menjadi bahan bakar biofuel.

Biofuel merupakan salah satu solusi dan sumber energi alternatif. *Biofuel* adalah cairan yang berasal dari biomassa, terutama dari tumbuhan (bahan nabati). *Biofuel* dianggap sebagai pengganti sempurna untuk bahan bakar fosil karena lebih ramah lingkungan. Indonesia sebagai negara agraris, memiliki sumber daya alam yang melimpah untuk diolah menjadi energi *biofuel* (Budiarto, 2012). *Biofuel* cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki kandungan fraksi *gasoline* 59.75%, fraksi kerosin 27.26% dan fraksi diesel 6.76%. Variasi temperatur dan waktu reaksi akan mempengaruhi % *yield* yang dihasilkan (Nurjannah, 2010). Proses produksi biodiesel dapat dilakukan melalui metode esterifikasi dan transesterifikasi menghasilkan Metil Ester Fatty Acid (MEFA), sedangkan *biogasoline* dapat dihasilkan melalui proses *catalytic hydrocracking* yang produknya berupa senyawa hidrokarbon ringan rantai lurus (Zinoviev, 2007).

Catalytic Hydrocracking adalah proses perengkahan berkatalis dengan mereaksikan minyak nabati dengan sejumlah gas hidrogen pada keadaan suhu dan tekanan tertentu sehingga dihasilkan produk bahan bakar cair setaraf fraksi *biogasoline* yaitu berupa alkana cair rantai lurus dari C-15 sampai C-18. Proses *catalytic hydrocracking* ini mempunyai kelebihan yaitu dapat memberikan konversi yang tinggi, *yield* kearah *middle* distilat tinggi, kualitas alkana yang dihasilkan mempunyai bilangan setana yang tinggi (Chheda, 2007).

Proses *cracking* bertujuan untuk menghasilkan fraksi hidrokarbon dengan berat molekul lebih ringan yaitu fraksi gas dan cair yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Proses *cracking* dapat dilakukan secara termal dan katalitik. Jika secara *Thermal Cracking* hasilnya tidak optimal dan kurang efisien karena bekerja pada suhu tinggi, sedangkan jika menggunakan katalis hasilnya akan optimal dan lebih disukai karena dapat bekerja pada suhu dan tekanan rendah, sehingga secara ekonomi lebih efisien (Gates dkk dalam Sihombing, 2010). Logam-logam transisi seperti Fe, Co, Ni, Rd, Ru, Pd, Os, Ir dan Pt dapat digunakan sebagai katalis. Akan tetapi penggunaan logam transisi secara langsung sebagai katalis memiliki kelemahan yaitu menyebabkan terjadinya proses sintering logam. Hal ini menyebabkan katalis kehilangan permukaan aktif sehingga umur katalis menjadi lebih pendek. Cara efektif untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan mendispersikan logam tersebut kedalam suatu bahan pengemban yang stabil secara termal sehingga proses sintering dapat dihindarkan (Augustine dalam Pulungan, 2011). Salah satu bahan pengemban yang banyak digunakan sebagai pengemban adalah zeolit.

Indonesia termasuk negara kaya akan mineral zeolit. Komposisi utama zeolit di Indonesia adalah mordenit sekitar 70% (Khairinal dan Trisunaryanti dalam Sihombing, 2010). Sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari batuan gunung berapi dan memiliki penyebaran zeolit yang cukup melimpah seperti di Pulau Jawa dan Sumatera. Di daerah Sumatera Utara salah satunya di Kabupaten Tapanuli Utara, desa Sarulla menghasilkan zeolit yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Sejauh ini zeolit hanya dimanfaatkan sebagai adsorben (Simangunsong, 2005). Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan katalis zeolit alam (Sarulla) dengan harga relatif murah dan mudah diperoleh serta juga didasarkan pada rasio Si/Al yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan asam dan konversi hidrokarbon yang berpengaruh pada proses reaksi perengkahan katalitik.

Bahan pengemban berupa zeolit alam banyak bercampur dengan materi pengotor, baik yang bersifat kristalin maupun amorpous. Oleh karena itu zeolit alam perlu diaktivasi dan dimodifikasi untuk meningkatkan aktivitasnya sebagai katalis. Salah satu sifat yang perlu dimodifikasi adalah keasaman. Keasaman

zeolit dapat ditingkatkan melalui proses dealuminasi dan pengembanan logam atau oksida logam tertentu (Khairinal dan Trisunaryanti dalam Sihombing, 2010). Dealuminasi dengan perlakuan asam dapat meningkatkan keasaman zeolit, sedangkan pengembanan logam dapat meningkatkan luas permukaan yang tersedia untuk adsorpsi reaktan sehingga akan meningkatkan aktivitas katalitik per unit luas permukaan. Pengembanan logam dalam sistem katalis logam pengembanan dapat memperbaiki aktivitas, selektivitas, dan stabilitas dari katalis.

Logam-logam transisi seperti Cr, Pt, Ni, Pd, dan Mo telah banyak diteliti sebagai logam yang diembankan pada zeolit alam dengan hasil yang baik (Trisunaryanti dalam Sihombing, 2010). Pada proses katalitik, logam Mo dalam Mo/Z dan logam Pd berfungsi sebagai kopromotor. Menurut Beurden (2004) penambahan promotor dapat meningkatkan luas permukaan untuk mengadsorpsi reaktan sehingga aktivitas katalitik per unit luas permukaan meningkat.

Penambahan promotor melahirkan konsep baru dalam dunia katalis, yaitu sistem katalis bimetal dan multimetall. Dimana sistem katalis bimetal dan multimetall banyak diminati karena dengan penambahan sebuah logam dapat memperbaiki aktivitas, selektivitas, dan stabilitas dari katalis (Nasir dkk, 2009). Menurut Reddy dkk. (2007) kinerja katalitik dari katalis bimetal dan multimetall jauh berbeda dari kinerja masing-masing komponennya. Noor (2010) telah menggunakan katalis bimetal NiO-MoO/ZAAH yang telah teraktivasi hidrotermal untuk proses katalitik hydrocracking pelumas bekas menjadi fraksi bensin dan diesel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konversi produk cair sebesar 56,54% pada kondisi reaksi dengan laju alir H₂ 20 mL/menit dan suhu reaksi 400°C. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan logam Ni dan Mo yang diembankan pada zeolit alam Sarulla yang telah di aktivasi dengan metode pengasaman dan kalsinasi pada suhu tinggi (500°C) dengan mengadsorpsi sistem katalis bimetal yaitu Ni dan Ni-Mo. Diharapkan proses preparasi, aktivasi, dan kalsinasi serta pengembanan logam Ni dan Mo yang diembankan pada zeolit alam Sarulla dapat digunakan sebagai katalis yang memiliki aktivitas dan daya tahan yang tinggi terhadap reaksi *hydrocracking* minyak biji karet dilihat dari sifat nilai keasaman, luas permukaan spesifik, dan kristalinitasnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan preparasi katalis zeolit alam Sarulla (ZS), zeolit alam aktif asam (ZAS), dan Ni/ZAS dan Ni-Mo/ZAS dibuat dengan metode impregnasi. Reaksi karakterisasi meliputi penentuan jumlah situs asam, luas permukaan spesifik, rerata jejari pori, volume total pori, dan kristalinitas. Uji aktivitas katalis dilakukan pada reaksi *catalytic hydrocracking* minyak biji karet menjadi fraksi bahan bakar cair dalam reaktor sistem *fixed bed*. Untuk memperoleh kondisi optimum maka dilakukan variasi katalis dan umpan, yaitu: 1:2, 1:4, dan 1:6, dengan suhu 450°C.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana metode preparasi dan karakterisasi katalis Ni dan Ni-Mo terembankan dalam zeolit alam Sarulla?
2. Bagaimana aktivitas katalis Ni/ZAS dan Ni-Mo/ZAS pada reaksi *catalytic hydrocracking* proses konversi minyak biji karet menjadi fraksi bahan bakar cair?
3. Bagaimana selektivitas katalis Ni/ZAS dan Ni-Mo/ZAS pada reaksi *catalytic hydrocracking* proses konversi minyak biji karet menjadi fraksi bahan bakar cair?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan adalah minyak biji karet.
2. Katalis yang digunakan dalam proses konversi minyak biji karet menjadi fraksi bahan bakar cair adalah katalis Ni dan Ni-Mo terembankan dalam zeolit alam Sarulla dengan metode impregnasi.
3. Menentukan pengaruh variasi rasio katalis dan umpan, yaitu: 1:2, 1:4, dan 1:6, pada temperatur 450°C dalam reaktor sistem *fixed bed* dengan metode *catalytic hydrocracking* minyak biji karet untuk mendapatkan yield fraksi bahan bakar cair.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui metode preparasi dan karakterisasi katalis Ni dan Ni-Mo terembedding dalam zeolit alam Sarulla.
2. Mengetahui aktivitas katalis Ni/ZAS dan Ni-Mo/ZAS pada reaksi *catalytic hydrocracking* proses konversi minyak biji karet menjadi fraksi bahan bakar cair.
3. Mengetahui pengaruh variasi katalis dan umpan pada reaksi *catalytic hydrocracking* terhadap yield fraksi bahan bakar cair yang dihasilkan.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dan nilai tambah untuk pemanfaatan biji karet sebagai sumber bahan bakar alternatif baru dan terbarukan melalui proses *catalytic hydrocracking* (hidrorengkah) menggunakan katalis Ni dan Ni-Mo terembedding dalam zeolit alam Sarulla.
2. Meningkatkan potensi dan pemanfaatan zeolit alam Sarulla yang telah diaktivasi dan dimodifikasi sebagai katalis dalam proses konversi minyak biji karet menjadi fraksi bahan bakar cair.
3. Mengetahui efektivitas dan efisiensi minyak biji karet untuk dikonversi menjadi fraksi bahan bakar cair (biodiesel dan biogasoline) melalui reaksi *catalytic hydrocracking*.