

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Eksplorasi dan pemanfaatan biomassa berlignoselulosa sebagai sumber bahan baku berbagai produk energi alternatif terbaharukan sekarang ini semakin berkembang dan menjadi fokus utama di berbagai penelitian (Komarayati *et al.*, 2018). Hal ini dikarenakan adanya isu pemanasan global, ketidakstabilan harga dan pengurangan stok dari energi fosil (Luo *et al.*, 2016). Biomassa lignoselulosa merupakan struktur kompleks dari serat mikro selulosa (fibers) yang membentuk kluster (kelompok), dengan ruang antar mikrofibril terisi hemiselulosa yang terikat erat oleh lignin (North, 2014). Indonesia memiliki potensi besar untuk sumber energi terbarukan sebagai pengganti bahan bakar fosil, terutama yang diperoleh dari biomassa. Energi terbarukan merupakan energi bersih dari emisi gas buang dan gas rumah kaca sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia. (Fitriani Kasim *et al.*, 2015). Salah satu potensi biomassa yang sangat besar adalah tempurung kelapa. Tempurung kelapa jumlahnya banyak tetapi hanya digunakan sebagai arang pada saat ini (Najib & Darsopuspito, 2012).

Indonesia merupakan negara tropis yang merupakan salah satu penghasil kelapa terbesar di dunia. Dalam satu buah kelapa hanya menghasilkan 28% daging buah kelapa, sisanya 35% sabut kelapa, 12% tempurung kelapa yang sering dianggap limbah sisa (Nurhilal, 2018). Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi produksi kelapa yang besar. Luas areal kelapa mencapai 3.417.951 hektar pada tahun 2018, dimana sekitar 99% atau 3.385.085 hektar digarap oleh petani kecil (perkebunan rakyat) secara monokultur atau budidaya campuran dengan sekitar tiga juta rumah tangga pertanian, perkebunan besar negara (PBN) dengan luas 3.482 hektar atau 0,11% perkebunan besar swasta (PBS) dengan luas 29.024 hektar atau 0,85%. Sumatera merupakan penghasil kelapa terbesar di Indonesia dengan populasi tanaman kelapa seluas 275.331 hektar (Crops, 2020). Hingga saat ini, sebagian besar bagian kelapa dapat dimanfaatkan, termasuk bunga, batang,

daun, buah, bahkan akarnya. Hanya saja tempurung kelapa jarang dimanfaatkan dewasa ini (Wachid & Darminto, 2012).

Tempurung kelapa memiliki lapisan keras setebal kurang lebih 35 mm yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksi, dan berbagai mineral. Berat tempurung kelapa kurang lebih 15-19% dari berat kelapa utuh (Wachid & Darminto, 2012). Tempurung kelapa dipilih sebagai bahan dasar pembuatan asap cair karena mudah didapat, murah, mudah digunakan, dan merupakan limbah pertanian yang melimpah. Tempurung kelapa sebagai bahan dasar pembuatan asap cair, karena mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa. Komponen yang terkandung dalam tempurung kelapa membentuk senyawa yang berbeda selama pirolisis dan dibagi ke dalam kelompok yang berbeda, yaitu fenol, karbonil, asam furan, alkohol, ester, lakton, hidrokarbon alifatik dan hidrokarbon aromatik polisiklik (Mambrasar *et al.*, 2010).

Asap cair dihasilkan dari pembakaran langsung maupun tidak langsung berupa cairan hasil proses pirolisis/karbonisasi pada suhu sekitar 400–500 °C (Baimark & Niamsa, 2009), dapat digunakan untuk sintesis kimia karena mengandung berbagai asam organik (Choi *et al.*, 2012). Pirolisis tempurung kelapa dapat menghasilkan asap cair (Jenita *et al.*, 2019). Asap cair atau *bio-oil* merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pangan maupun non pangan (F Kasim *et al.*, 2015). Asap cair tempurung kelapa memiliki komposisi fenol 5,13%, karbonil 13,28%, asam 11,39% (F Kasim *et al.*, 2015). Di Jepang, asap cair banyak digunakan sebagai koagulan dalam industri karet, antara lain untuk pengawet makanan, karena memiliki efek korosif yang rendah (Oramahi & Diba, 2014; Vachlepi & Suwardin, 2015). Namun pemanfaatan Asap cair atau *bio-oil* secara langsung sebagai bahan bakar masih diperlukan proses lebih lanjut dikarenakan nilai O/C tinggi, keasaman tinggi, nilai kalor rendah dan kekentalan yang berubah selama penyimpanan (Bridgwater, 2004). Sebagian besar asap cair atau *bio-oil* hasil pirolisis mengandung oksigen, dan apabila digunakan langsung sebagai bahan bakar menghasilkan nilai kalor yang rendah dan viskositas tidak stabil (Bridgwater, 2012), berepolimerisasi saat pemanasan karena ketidakstabilan

termal (Moreira *et al.*, 2018) kelemahan ini diperbaiki secara kimia untuk mengurangi kadar oksigen.

Salah satu metode yang dikembangkan untuk meningkatkan kualitas asap cair adalah proses Hidrodeoksigenasi. Reaksi hidrodeoksigenasi (HDO) merupakan metode yang efektif untuk mereduksi ikatan rangkap (hidrogenasi) dan/atau mengeliminasi atom oksigen (deoksigenasi) dari suatu senyawa menggunakan katalis heterogen berbasis logam (Shu *et al.*, 2016). Diantara teknik penghilang oksigen dalam proses HDO, proses katalis dipercaya lebih efisien (Lee *et al.*, 2016). Katalis yang baik memiliki luas permukaan komponen yang besar dan mudah digunakan sehingga Anda dapat dengan mudah mendispersikan komponen aktif pada pengemban (Asnawati, 2014). Beberapa katalis heterogen yang dikembangkan oleh peneliti diantaranya alumina (Dwiratna & Soebagjo, 2015) dan zeolit (Gea *et al.*, 2020). Zeolit digunakan sebagai pengemban karena memiliki struktur Kristal berpori dan luas permukaan yang besar, memiliki stabilitas termal yang tinggi, harganya murah, serta keberadaannya cukup melimpah.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan mineral zeolit. Mineral golongan zeolit umumnya terdapat pada batuan tuf yang timbul dari sedimentasi abu vulkanik yang telah mengalami proses alterasi, proses diagenesis dan proses hidrotermal. Komposisi utama zeolit di Indonesia adalah sekitar 70% modernit (Sihombing *et al.*, 2018). Menurut Badan Geologi Kementerian ESDM, zeolit sebanyak 16.200.000 ton ditemukan di Desa Simangumban, Kecamatan Pahae Jae, Kabupaten Tapanuli Utara, Provinsi Sumatera Utara. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan katalis zeolit alam yang relatif murah dan mudah didapat serta didasarkan pada rasio Si/Al yang tinggi sehingga dapat meningkatkan kekuatan asam dan konversi hidrokarbon yang mempengaruhi proses reaksi perengkahan katalitik (Kusdarto, 2008).

Zeolit adalah mineral tetra hidral alumina silika kristalin berpori dengan struktur rangka tiga dimensi, dibentuk oleh $[\text{SiO}_4]^{-4}$ dan $[\text{AlO}_4]^{-5}$ tetrahedral. Kedua spesies ini saling berhubungan sedemikian rupa oleh atom oksigen yang membentuk kerangka tiga dimensi terbuka berisi kanal dan rongga, berisi ion logam

(biasanya logam alkali atau alkali tanah) dan molekul air yang bergerak bebas (Sihombing *et al.*, 2018). Data XRF menunjukkan bahwa zeolit alam memiliki komposisi SiO_2 dan Al_2O_3 masing-masing sebesar 80,3% dan 14,19%. Zeolit sering digunakan sebagai adsorben, penukar ion, dan bahkan sebagai katalis (Gultom & Wirjosentono, 2016). Pemanfaatan zeolit alam sebagai katalis dan bahan pengemban perlu dimodifikasi guna untuk terus meningkatkan sifat fisik dan kimia dari zeolit alam (Sihombing *et al.*, 2018).

Berbagai katalis telah digunakan dalam HDO *bio-oil*. Katalis logam transisi yang didukung, seperti $\text{CoMo} / \text{Al}_2\text{O}_3$ dan $\text{NiMo} / \text{Al}_2\text{O}_3$, telah diterapkan dalam studi sebelumnya (Aysu & Küçük, 2014); (Yang *et al.*, 2014); (H. W. Lee *et al.*, 2014). Katalis Fe/ZSM-5 menunjukkan aktivitas yang baik dalam konversi senyawa oksigenat dan produksi hidrokarbon aromatik monosiklik (MAH) (Sun *et al.*, 2016). Di antara logam, besi dikenal sebagai senyawa yang cukup menguntungkan dan juga murah di bidang katalitik karena aktivitasnya yang baik dalam reaksi hidrogenasi. (Li *et al.*, 2016) telah mendemonstrasikan pengaruh zeolit termodifikasi Fe logam. Katalis ZSM-5 termodifikasi Fe yang dihasilkan paling efisien dalam proses peningkatan hidrokarbon aromatik dari *bio-oil* yang dihasilkan.

Berdasarkan hal tersebut maka peneliti ingin melakukan riset terkait proses HDO asap cair menggunakan katalis zeolit yang diembankan dengan logam Fe. Logam Fe dan Zeolit dipilih dalam penelitian ini didasarkan pada tingkat selektivitas dan aktivitas katalis yang dipengaruhi oleh karakteristik katalis (Adriati *et al.*, 2013). Dalam penelitian ini diharapkan akan dihasilkan katalis yang memiliki karakter baik (keasaman dan kristalinitas yang tepat) dan dapat digunakan secara selektif sebagai katalis dalam proses asap cair HDO.

1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Asap cair yang digunakan merupakan hasil pirolisis dari tempurung kelapa.
2. Metode konversi yang digunakan adalah Hidrodeoksigenasi pada suhu 250 °C selama 3 jam dengan aliran gas hidrogen 10 mL/menit.
3. Parameter uji yang dilakukan terhadap produk HDO yaitu GC-MS, densitas, pH, bilangan asam, kadar air, viskositas, dan nilai kalor. Sedangkan katalis dikarakterisasi menggunakan XRD dan BET

1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakterisasi katalis oksida Fe_2O_3 yang diimbangkan pada zeolit alam aktif ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$).
2. Bagaimana konversi pemantapan asap cair menjadi pruduk hasil proses HDO dengan menggunakan katalis $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$.
3. Bagaimana stabilitas katalis $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ terhadap produk hidrodeoksigenasi.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui karakterisasi katalis oksida Fe_2O_3 yang diimbangkan pada zeolit alam aktif ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$).
2. Mengetahui konversi pemantapan asap cair menjadi pruduk hasil proses HDO dengan menggunakan katalis $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$.
3. Mengetahui stabilitas katalis $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ terhadap produk hidrodeoksigenasi.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi ilmiah terkait karakteristik katalis oksida logam Fe_2O_3 yang diimbangkan pada zeolit alam aktif untuk proses Hidrodeoksigenasi asap cair.
2. Meningkatkan potensi asap cair dari tempurung kelapa sebagai sumber energi alternatif.

