

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Peningkatan jumlah populasi manusia dan perkembangan industri yang pesat mengakibatkan meningkatnya konsumsi energi yang lebih besar (Yudistira, 2020). Konsumsi minyak bumi di Indonesia dalam 5 tahun terakhir selalu mengalami peningkatan. Rata-rata peningkatan konsumsi minyak bumi sebesar 3% (Setyono & Kiono, 2021). Akan tetapi cadangan minyak bumi yang tidak terbarukan semakin menipis. Satuan Kerja Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas) melaporkan bahwa jumlah cadangan minyak bumi hingga tanggal 31 Desember 2021 sebesar 2,36 miliar barel minyak. Jumlah tersebut mengalami penurunan, dibandingkan status pada 1 Januari 2020 tercatat sebesar 2,44 miliar barel. Dengan perkiraan produksi minyak sebesar 700 ribu barel per hari, yang berarti cadangan minyak nasional hanya dapat digunakan untuk 9,2 tahun, perkiraan ini lebih rendah dari perkiraan tahun lalu yaitu 9,5 tahun. Karena keadaan ini, kenaikan harga minyak tidak terelakkan.

Selama ini, energi yang digunakan adalah energi fosil yang tidak dapat diperbaharui serta menghasilkan emisi gas buang yang menyebabkan efek rumah kaca dan polusi udara. Thacker (2013) memperkirakan Indonesia mungkin harus mengimpor lebih dari 70% kebutuhan minyak nasionalnya pada tahun 2025, hal ini karena berkurangnya produksi minyak di dalam negeri dan meningkatnya permintaan energi (Thacker, 2013). Hal ini mendorong adanya pengembangan energi alternatif yang dapat menunjang pemakaian energi berbasis fosil yang diharapkan mampu mengurangi penggunaan energi primer sehingga dapat digantikan dengan sumber energi lain (Yudistira, 2020).

Kementerian ESDM (2021) melaporkan bahwa Indonesia memiliki potensi energi baru terbarukan (EBT) yang cukup besar, yaitu 417,8 GW, potensi tersebut

berasal dari panas bumi 23,9 GW, arus laut samudera 17,9 GW, bionergi 32,6 GW, angin 60,6 GW, air 75 GW dan surya 207,8 GW. Salah satu potensi EBT yang belum banyak dimanfaatkan adalah energi biomassa. Potensi sediaan energi biomassa di Indonesia sebesar 50.000 MW, tetapi hanya 0,64% yang sudah termanfaatkan, yaitu hanya sebesar 320 MW. Biomassa dapat digunakan menjadi sumber energi terbarukan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Biomassa memiliki sumber melimpah yang berasal dari tumbuhan, dimana tumbuhan mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin (Mohan dkk, 2006) yang merupakan unsur-unsur dari karbon, hidrogen dan oksigen serta memiliki kandungan energi yang tinggi (Kim dkk, 2010). Biomassa yang mengandung lignoselulosa seperti hemiselulosa, selulosa dan lignin dapat diubah menjadi bahan bakar terbarukan dengan proses termal yang disebut dengan pirolisis (Mohan dkk, 2006). Salah satu biomassa yang potensial untuk dapat dikembangkan menjadi energi adalah kulit kopi. Indonesia menempati posisi keempat sebagai penghasil kopi terbesar di dunia setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia (ICO 2017). Proses ekstraksi kopi menghasilkan limbah kulit kopi dalam jumlah besar selama pengolahan kopi bubuk maupun pembuatan kopi instan (Azzahra dan Melilianti, 2021). Kulit kopi mengandung lignin sebesar 8,67% dan selulosa sebesar 41,26% (Edawati dkk, 2014) maka dengan demikian limbah kulit kopi dapat dikonversi menjadi bio-oil. Pengolahan limbah kulit kopi sebagai biomassa menjadi bio-oil telah dilakukan sebelumnya, Slamet dan Hidayat (2015) melakukan penelitian produksi asap cair dari kulit kopi, hasil maksimum diperoleh adalah 929,33 pada suhu 300 °C selama 8 jam.

Bio-oil yang diperoleh dari proses pirolisis cenderung memiliki kadar air dan kadar oksigen tinggi serta nilai kalor yang rendah (Oh dkk,2015), sehingga tidak dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar. Oleh karena itu diperlukan cara untuk meningkatkan kualitas bio-oil (Jaya dkk, 2017). *Hydrotreatment* merupakan salah satu teknik upgrading bio-oil yang cukup efektif. *Hydrotreatment* mencakup hidrodemetalisasi (HDM) untuk menghilangkan kandungan logam pada bio-oil, hidrodeshulfurisasi (HDS) untuk menghilangkan kandungan sulfur dalam bio-oil, hidrodennitrogenasi (HDN) untuk menghilangkan kandungan nitrogen dalam bio-oil dan hidrodeshidrogenasi (HDO) untuk menghilangkan kandungan oksigen dalam bio-

oil. Proses *hydrotreatment* berjalan dengan bantuan katalis. Selain itu karakteristik dan *yield* bio-oil yang diperoleh juga bergantung pada suhu, tekanan hydrogen, waktu tinggal, reaktan pada permukaan katalis, dan pemilihan jenis katalis yang tepat.

Hidrideoksigenasi (HDO) katalitik bio-oil dapat digunakan untuk memproduksi bahan bakar agar yang memiliki sifat yang menyerupai bahan bakar fosil dengan kandungan karbon yang tinggi (Jin, et al., 2020). Melalui proses hidrideoksigenasi katalitik oksigen akan dihilangkan dengan cara memutus fraksi hidrokarbon rantai panjang menjadi rantai pendek pada suhu dan tekanan yang tinggi dengan bantuan katalis dan gas hydrogen (Cheng dkk, 2017). Jenis katalis yang umum digunakan adalah logam seperti nikel (Ni), seng (Zn) dan cadmium (Cd). Logam dapat digunakan secara langsung sebagai katalis akan tetapi pada saat *catalytic cracking* berlangsung akan terjadi penggumpalan katalis yang menyebabkan katalis tersebut tidak dapat digunakan kembali. Untuk mengatasi hal itu, katalis logam perlu diimpregnasi ke dalam zeolite (bahan pengemban) (Sand & A, 1978). Penelitian hidrideoksigenasi katalis telah banyak dilakukan. Menurut Meliagustin dkk (2015), penggunaan katalis mampu menurunkan angka keasaman bio-oil. Penggunaan katalis Ni/NZA mampu meningkatkan jumlah produk dari proses pirolisis, sehingga penggunaan katalis mampu meningkatkan kualitas minyak yang dihasilkan. Wibowo dkk (2015) melaporkan bahwa penambahan katalis Ni/NZA pada proses pirolisis berpengaruh terhadap komposisi senyawa bio-oil yang dapat dilihat dari hasil GCMS. Pada penelitian tersebut, bio-oil yang diperoleh lebih didominasi oleh senyawa *phenol*, benzene asam asetat dan toluene serta terdapat beberapa senyawa golongan hidrokarbon alkena seperti *hexadecene* dan hidrokarbon aromatik naphthalene yang dapat diolah lebih lanjut menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak bumi. Gea dkk (2020) melakukan penelitian hidrideoksigenasi bio-oil dengan katalis Ni/Zeolit Alam Sarulla dengan variasi konsentrasi HCl pada proses aktivasi zeolit dan zeolite (Z) diimbangkan pada logam nikel (Ni) . Pada penelitian ini katalis Z3 (konsentrasi 3 mol/L) menunjukkan aktivitas yang lebih baik dibandingkan Z5 dan Z7 dengan konversi fenol sebesar

62,39% dan reduksi alkoksi 11,93%. Selain itu katalis Ni-Z5 memiliki aktivitas terbaik dengan konversi fenol sebesar 60,06% dan reduksi alkoksi sebesar 11,49%.

Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini, kulit kopi akan digunakan sebagai bahan baku biomassa pada proses pirolisis. Kemudian akan dilakukan hidredeoksigenasi bio-oil yang diperoleh dengan memvariasikan konsentrasi aktivasi zeolit. Bio-oil pada setiap variasi akan dianalisis. Hasil yang diharapkan adalah produk bio-oil dengan kondisi optimum sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak fosil.

1.2 Ruang Lingkup

1. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan.
2. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit kopi.
3. Konversi limbah kulit kopi menjadi bio-oil dilakukan melalui proses pirolisis.
4. *Upgrading* bio-oil dilakukan dengan metode hidredeoksigenasi dengan katalis Ni/Zeolit.
5. Produk bio-oil akan dianalisis secara kimia dengan menggunakan GC-MS dan fisika (viskositas, densitas dan bilangan asam).

1.3. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik bio-oil yang dihasilkan dari pirolisis kulit kopi?
2. Bagaimana aktivitas dan selektivitas antara katalis zeolite tanpa aktivasi dengan katalis Ni/zeolite 3M, 5M, dan 7M pada proses hidredeoksigenasi?
3. Bagaimana sifat fisika-kimia bio-oil hasil pirolisis dan proses hidredeoksigenasi?

1.4. Batasan Masalah

1. Preparasi limbah kulit kopi dan katalis Ni/Zeolite .
2. Proses konversi limbah kulit kopi menjadi bio-oil dengan metode pirolisis.
3. Menguji karakterisasi bio-oil yang dihasilkan dari proses pirolisis.

4. Proses hidroleoksidasi bio-oil yang diperoleh dari hasil pirolisis dengan variasi konsentrasi aktivasi katalis.
5. Menguji karakterisasi produk bio-oil yang dihasilkan dari proses hidroleoksidasi limbah kulit kopi dengan variasi konsentrasi aktivasi katalis Ni/Zeolit.

1.5. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik bio-oil yang dihasilkan dari pirolisis kulit kopi.
2. Untuk mengetahui aktivitas dan selektivitas antara katalis zeolite tanpa aktivasi dengan katalis Ni/zeolite 3M, 5M, dan 7M pada proses hidroleoksidasi.
3. Untuk mengetahui sifat fisika-kimia bio-oil hasil pirolisis dan proses hidroleoksidasi.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Pelatihan bagi peneliti untuk melakukan proses pirolisis dan hidroleoksidasi.
2. Pengetahuan dasar bagi peneliti selanjutnya mengenai pirolisis dan Hidroleoksidasi.
3. Bahan pertimbangan dalam pengembangan biomassa sebagai bio-fuel pengganti minyak bumi.