

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biodiesel merupakan salah satu sumber energi terbarukan untuk mesin diesel yang bersifat *biodegradable* (Shan *et al*, 2018). Keunggulan biodiesel yaitu memiliki angka setana yang lebih tinggi dan sifat ramah lingkungan. Biodiesel juga menghasilkan emisi partikel yang jauh lebih sedikit dan polutan lainnya seperti CO dan SO₂ (Mahlia *et al*, 2020). Lebih dari 95% bahan baku pembuatan biodiesel didominasi oleh minyak pangan (Roschat *et al*, 2017).

Dalam produksi biodiesel pemilihan bahan baku menyumbang 60-70% dari biaya akhir, jadi hal tersebut dapat dikurangi dengan penggunaan minyak jelantah (Roy *et al*, 2020). Penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel dapat menjadi salah satu solusi dalam menyelesaikan persoalan lingkungan yang ditimbulkan akibat limbah minyak jelantah. Selain itu, minyak jelantah juga lebih mudah ditemukan seperti pada skala rumah tangga, restoran, dan juga dapat dikumpulkan dari UMKM. Indonesia memiliki potensi minyak jelantah yang besar berdasarkan hasil survei mencapai 4.000.000 ton/tahun (Renilaili, 2022).

Biodiesel dapat dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan alkohol dengan bantuan katalis. Katalis yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dapat berupa katalis homogen, katalis enzim, dan juga katalis heterogen. Penggunaan katalis enzim menghasilkan *yield* biodiesel yang rendah dan juga biaya operasional yang tinggi. Jika menggunakan katalis homogen akan memerlukan energi yang tinggi untuk pemisahan biodiesel dengan produk samping. Saat ini penelitian pembuatan biodiesel banyak berfokus pada penggunaan katalis heterogen. Hal tersebut selain katalis basa heterogen basa dapat diregenerasi juga memiliki kinerja 4.000 kali lebih cepat dibandingkan dengan katalis asam (Sharma *et al*, 2008). Beberapa katalis heterogen yang sudah dikaji dalam pembuatan biodiesel yaitu CaO (Kesserwan *et al*, 2020), TiO₂ (De and Boxi, 2020), SrO (Li *et al*, 2020), dan termasuk zeolit (Manique *et al*, 2017).

Zeolit adalah bahan aluminosilikat kristal berpori dengan struktur kerangka tiga dimensi yang memiliki pori-pori dimensi molekul yang seragam (Indira & Abhitha, 2022). Zeolit yang umum digunakan dalam reaksi transesterifikasi

biodiesel adalah zeolit sintesis karena memiliki kemurnian tinggi dan ukuran partikel yang seragam. Salah satu jenis zeolit sintesis adalah zeolit A. Zeolit A adalah jenis zeolit dengan rumus kimia $[\text{Na}_{12}(\text{H}_2\text{O})_{27}]_8 [\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{48}]_8$ dan juga disebut sebagai LTA (Linde Tipe A) atau NaA. Limbah hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang disebut limbah *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) kaya dengan SiO_2 dan Al_2O_3 dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku zeolit. PLTU Teluk Sirih Kota Padang menghasilkan timbunan limbah FABA sekitar 5.000 ton/bulan (Putri *et al*, 2019). Besarnya timbunan yang dihasilkan tersebut apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan masalah baru seperti pencemaran udara, tanah, dan air tanah.

Selama ini limbah FABA dari PLTU Teluk Sirih belum dimanfaatkan secara maksimal. Penelitian tentang pemanfaatan limbah FABA PLTU Teluk Sirih sudah pernah dilakukan oleh Fandi (2018) yang melakukan pemanfaatan limbah *fly ash* sebagai adsorben logam Fe pada limbah cair *waste water treatment plant* (WWTP) PLTU Teluk Sirih dan didapatkan efisiensi penyisihan 99,42%. Aziyar & Lisha (2019) memanfaatkan *bottom ash* sebagai adsorben untuk penyisihan logam Fe pada limbah cair PLTU Teluk Sirih dan didapatkan efisiensi penyisihan 98,6%. Penelitian yang pernah dilakukan tentang pemanfaatan FABA PLTU Teluk Sirih hanya sebagai adsorben. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lain seperti pemanfaatan limbah FABA sebagai zeolit untuk reaksi transesterifikasi.

Pembuatan zeolit umumnya menggunakan proses hidrotermal. Komposisi sintesis zeolit dipengaruhi oleh sumber bahan baku dan juga waktu kristalisasi. Manique *et al* (2017) melakukan pembuatan zeolit menggunakan limbah *fly ash* dari PLTU Candiota, Brazil dengan rasio mol Si/Al 3, waktu kristalisasi 24 jam serta temperatur kristalisasi 100 °C menghasilkan zeolit tipe sodalit. Bhandari *et al* (2015) melakukan pembuatan zeolit A menggunakan *fly ash* dari PLTU NTPC Visakhapatnam, India dengan menggunakan rasio mol Si/Al 2,52 waktu kristalisasi 8 jam dan temperatur kristalisasi 90 °C. Jananti dan Kusumastuti (2013) melakukan pembuatan zeolit A dari limbah *fly ash* PLTU Suralaya Provinsi Banten pada temperatur operasi 90 °C dan waktu reaksi 4 jam. Andarini *et al* (2018) melakukan sintesis zeolit A dari limbah *fly ash* PLTU Paiton pada 100 °C selama 5 jam dan variasi rasio mol Si/Al 1,1.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah FABA PLTU Teluk Sirih untuk sintesis zeolit A sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi biodiesel menggunakan metode hidrotermal. Pada penelitian ini dikaji faktor yang mempengaruhi pembuatan zeolit seperti rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, waktu kristalisasi, dengan perlakuan awal FABA menggunakan HCl 10% pada temperatur 80 °C. Selanjutnya, zeolit A hasil sintesis dilakukan uji permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), uji komposisi zeolit menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF), uji *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk menentukan kemurnian zeolit hasil sintesis, dan uji luas permukaan katalis dengan *Brunauer-Emmett-Teller* (BET). Katalis yang dihasilkan juga dilakukan pengujian pada proses transesterifikasi biodiesel dan uji karakteristik biodiesel berdasarkan SNI 7182: 2015.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk menyintesis zeolit A dari limbah hasil pembakaran batu bara PLTU Teluk Sirih Kota Padang. Zeolit A tersebut akan digunakan pada reaksi transesterifikasi biodiesel. Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis sifat fisik dan kimia limbah FABA PLTU Teluk Sirih Kota Padang;
2. Sintesis zeolit A dari limbah FABA menggunakan metode hidrotermal dengan pengaruh parameter rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, waktu kristalisasi, dan temperatur kristalisasi;
3. Menganalisis kemurnian, luas permukaan, dan morfologi zeolit A yang dihasilkan;
4. Menguji kinerja zeolit yang dihasilkan pada minyak kelapa sawit dan minyak jelantah;

1.3 Manfaat Penelitian Tesis

Manfaat penelitian tesis ini yaitu memanfaatkan limbah FABA PLTU Teluk Sirih menjadi zeolit A. Penelitian ini juga memberikan informasi terkait karakteristik FABA PLTU Teluk Sirih dan zeolit A. Katalis hasil sintesis tersebut dimanfaatkan pada reaksi transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel FABA yang digunakan berasal dari PLTU Teluk Sirih Kota Padang;
2. Analisis pendahuluan komposisi FABA menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF);
3. Sintesis zeolit A dari limbah FABA dengan variasi rasio mol $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (2,0; 2,2; dan 2,4) dan waktu kristalisasi (6, 8, dan 12 jam);
4. Analisis zeolit A menggunakan instrumen *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *Brunauer-Emmett-Teller* (BET);
5. Bahan baku pembuatan biodiesel menggunakan minyak sawit dan minyak jelantah;
6. Evaluasi kinerja katalis pada transesterifikasi biodiesel dengan melihat *%yield* tertinggi;
7. Evaluasi biodiesel yang dihasilkan dengan SNI 7182: 2015 tentang standar mutu biodiesel.

1.5 Sistematika Penulisan Tesis

Laporan tesis yang disusun terdiri dari lima bab. Penulisan tesis dilakukan dengan mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang literatur yang berkaitan dengan penulisan sebagai landasan teori yang mendukung penelitian dan penyusunan laporan tesis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai tahapan penelitian, mulai dari studi literatur, pengambilan sampel, pengujian, dan analisis sampel.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai dengan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.

