

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi terus meningkat seiring pertumbuhan industri dan perekonomian. Keterbatasan persediaan bahan bakar fosil mendorong para ilmuwan untuk mencari bahan bakar alternatif. Biodiesel adalah solusi yang paling menjanjikan untuk mengatasi berbagai masalah yang timbul terkait dengan konsumsi bahan bakar fosil, terutama mengingat sifat biodiesel yang terbarukan karena berasal dari bahan baku seperti tanaman, biomassa dan bahkan alga. Biodiesel juga memiliki karakteristik yang mirip dengan diesel dan karenanya memungkinkan untuk diterapkan pada mesin diesel tanpa memerlukan modifikasi mesin. Selain itu, biodiesel bebas sulfur, memancarkan lebih sedikit emisi hidrokarbon dan partikulat serta memiliki angka setana dan titik nyala yang lebih tinggi daripada diesel berbasis fosil konvensional (Chua *et al.*, 2020).

Selama ini kendala utama dalam komersialisasi biodiesel adalah biaya produksi yang tinggi. Biodiesel relatif lebih mahal dan harganya dua kali lebih tinggi daripada minyak solar, di mana sekitar 70-95% harga biodiesel disebabkan oleh biaya bahan baku (Ahmad *et al.*, 2023). Bahan baku yang berasal dari *edible oil* menghasilkan lebih dari 95% biodiesel saat ini. Karena hal ini, pengembangan produksi biodiesel lebih lanjut diduga menyebabkan kenaikan harga minyak akibat industri otomotif dan makanan akan bersaing untuk sumber daya yang sama. Namun demikian, minyak nabati merupakan pilihan termurah untuk produksi biodiesel bila dibandingkan dengan penggunaan biomassa *non-edible* atau alga. Proses ekstra yang diperlukan untuk memproduksi biodiesel dari bahan baku *non-edible* akan meningkatkan biaya akhir produk. Di sisi lain, biodiesel berbasis alga lebih mahal, tidak stabil dan cenderung terdegradasi terutama pada suhu tinggi (Shah *et al.*, 2018). Oleh karena itu, dalam upaya untuk meningkatkan kelayakan ekonomis produksi biodiesel, bahan baku yang berasal dari limbah seperti minyak jelantah telah dipertimbangkan karena tersedia dengan harga yang lebih murah (Zhao *et al.*, 2021). Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel sangat bermanfaat untuk penghematan biaya produksi dan juga mengkonversi limbah menjadi produk bernilai tambah.

Metode produksi biodiesel yang paling sederhana adalah transesterifikasi dengan bantuan katalis. Namun, produksi biodiesel saat ini menghadapi beberapa masalah seperti katalis yang tidak dapat dipulihkan, tahap pemisahan yang mahal dan tingginya air limbah yang terutama disebabkan oleh penggunaan katalis homogen. Masalah yang muncul akibat penggunaan katalis homogen dapat diatasi dengan katalis heterogen. Katalis heterogen lebih disukai dibandingkan dengan katalis homogen karena mudah dipisahkan dari produk reaksi. Namun demikian, tingginya biaya katalis heterogen adalah tantangan utama yang membatasi penggunaan katalis heterogen dalam produksi biodiesel. Oleh karena itu, pencarian prekursor yang hemat biaya dengan sifat katalitik yang baik diperlukan untuk mengurangi biaya produksi. Lempung adalah bahan alami dalam bentuk murni atau termodifikasi yang menjanjikan untuk mengkatalisis berbagai proses industri dan laboratorium karena ketersediaannya yang mudah, murah, tidak beracun, dan stabilitas termal dan mekanik yang baik (Mohadesi *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2022).

Lempung terutama terdiri dari oksida logam seperti MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, CaO, TiO₂, Mn₂O₃, Fe₂O₃, ZnO dan P₂O₅ sebagai bahan aktif untuk reaksi katalitik. Fase katalitik aktif yang dapat diakses umumnya terkait dengan spesies besi yang merupakan salah satu komponen dengan persentase terbanyak. Oksida basa (MgO, K₂O, Fe₂O₃) meningkatkan kekuatan basa katalis untuk mempengaruhi reaksi transesterifikasi, sedangkan komponen yang mengandung situs asam (SiO₂, Al₂O₃) memiliki kapasitas untuk mempengaruhi esterifikasi kandungan asam lemak bebas bahan baku yang tinggi, terutama pada minyak jelantah (Eze *et al.*, 2022). Lempung alami biasanya mengandung mineral yang masih bercampur. Perbedaan jenis mineral menyebabkan karakteristik material seperti luas permukaan dan kapasitas adsorpsi yang berbeda. Kaolin tipe 1:1 dibangun dari satu lembaran silika tetrahedral dan satu lembaran alumina oktahedral, dan montmorillonit tipe 2:1 dibangun dari lembaran oktahedral berbagi atom oksigen dengan dua lembaran silika tetrahedral. Hal ini menyebabkan banyak perbedaan antara kedua mineral lempung tersebut yang akan berpengaruh terhadap kinerja katalitiknya.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, lempung Sawahlunto dengan kandungan utama mineral kaolinit dan illit yang diperkaya dengan kation Ca^{2+} telah digunakan sebagai katalis transesterifikasi CPO menghasilkan rendemen biodiesel 29% (Ningsih *et al.*, 2020). Lempung dari Pasaman Barat dengan kandungan utama mineral montmorillonit, illit, dan muskovit yang diperkaya dengan Ca menghasilkan rendemen biodiesel hingga 73% (Syukri *et al.*, 2020). Lempung dari Padang yang mengandung mineral utama kaolinit dan diimpregnasi dengan KOH dan Grafen oksida menghasilkan rendemen biodiesel 58% (Syukri *et al.*, 2021), sedangkan lempung dari Bukittinggi dengan komposisi mineral utama kaolinit, illit, dan albit yang diperkaya nikel menghasilkan rendemen hingga 67% (Syukri *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, lempung dengan kandungan mineral yang beragam menunjukkan potensi sebagai katalis dalam reaksi transesterifikasi. Namun, kajian aktivitas katalitik jenis mineral tertentu yang dipisahkan dari lempung alam belum banyak dilaporkan khususnya untuk lempung dari daerah X Koto Singkarak, Sumatera Barat. Oleh karenanya, untuk meningkatkan nilai komersial mineral lempung alami tersebut dan menggunakannya dalam berbagai aplikasi yang sesuai, tantangan yang ada adalah membangun cara yang ekonomis, ramah lingkungan dan efisien untuk memisahkan mineral lempung dari mineral lain yang muncul bersama (Zhou *et al.*, 2016).

Salah satu teknik pemisahan yang paling mudah dilakukan adalah fraksinasi berdasarkan ukuran partikel dengan menambahkan agen pendispersi. Selama proses ini, gaya *Van der Waals* dan gaya elektrostatik terlibat, di mana partikel mineral menunjukkan perilaku dispersi dan agregasi yang berbeda sehingga fraksi mineral tertentu dapat terpisah. Penelitian sebelumnya oleh Negara & Simpen (2016), dengan menggunakan agen pendispersi NH_4Cl 5% selama waktu pemisahan 4 hari diperoleh fraksi kaolinit dengan kemurnian yang cukup tinggi. Kelebihan dari metode fraksinasi adalah tingkat kemurnian pemisahan cukup tinggi, menggunakan bahan kimiawi yang ekonomis, serta teknik pemisahannya yang cukup sederhana sehingga mudah diterapkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan fraksinasi mineral kaolinit dan

montmorillonit dari lempung X Koto Singkarak serta uji aktivitas katalitiknya dalam reaksi transesterifikasi minyak jelantah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana kandungan mineral hasil fraksinasi sampel lempung yang diambil dari X Koto Singkarak;
2. Bagaimana pengaruh modifikasi termal hasil fraksinasi sampel lempung tersebut terhadap sifat-sifat fisik dan kimianya;
3. Bagaimana pengaruh fraksinasi dan modifikasi termal sampel lempung terhadap aktivitas katalitiknya pada proses konversi minyak jelantah menjadi biodiesel.

1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengidentifikasi kandungan mineral hasil fraksinasi sampel lempung yang diambil dari X Koto Singkarak;
2. Menganalisis pengaruh modifikasi termal hasil fraksinasi sampel lempung tersebut terhadap sifat-sifat fisik dan kimianya;
3. Mengevaluasi pengaruh fraksinasi dan modifikasi termal sampel lempung terhadap aktivitas katalitiknya pada proses konversi minyak jelantah menjadi biodiesel.

1.4 Manfaat Penelitian

Secara umum, melalui penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan tentang pemanfaatan sumber daya alam non hayati Sumatera Barat yaitu lempung dari Kecamatan X Koto Singkarak. Secara khusus, penelitian ini menghasilkan suatu alternatif katalis fraksi mineral lempung yang dimodifikasi secara termal untuk digunakan dalam proses konversi minyak jelantah menjadi biodiesel.