

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan bahan bakar terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan populasi, meningkatnya kebutuhan transportasi, dan aktivitas industri yang semakin pesat (I. W. Khan *et al.*, 2020). Saat ini, kebutuhan energi global sebagian besar masih bergantung pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam (Amenaghawon *et al.*, 2022). Diperkirakan, permintaan energi akan meningkat hingga 50% pada tahun 2040, yang berpotensi menyebabkan kelangkaan sumber energi fosil serta memberikan dampak negatif terhadap pemenuhan kebutuhan energi di masa depan (Ghosh & Halder, 2022). Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil secara luas tetap menjadi salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca, yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim (Kabeyi & Olanrewaju, 2022).

Penurunan cadangan bahan bakar fosil di dunia dan semakin meningkatnya masalah pencemaran lingkungan telah mendorong para peneliti untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar fosil (Negm *et al.*, 2018). Salah satu sumber energi terbarukan yang menjanjikan sebagai pengganti bahan bakar fosil adalah biodiesel (Salmasi *et al.*, 2020). Biodiesel memiliki sejumlah keunggulan, antara lain dapat diperbarui, terurai secara hayati, dan mampu mengurangi emisi gas beracun seperti CO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, dan NO<sub>x</sub>, jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil (Chang *et al.*, 2020; Salmasi *et al.*, 2020).

Bahan baku utama dalam produksi biodiesel adalah minyak nabati diantaranya minyak kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, jarak pagar dan kapas (Topare & Patil, 2020). Namun, penggunaan minyak nabati untuk biodiesel menimbulkan masalah terkait ketahanan pangan dan tingginya biaya produksi (I. W. Khan *et al.*, 2020). Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel, karena harganya yang lebih terjangkau dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan (N. Khan *et al.*, 2020). Pembuangan minyak jelantah secara langsung dapat menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan, sehingga mengubahnya menjadi biodiesel merupakan pilihan terbaik yang dapat diambil (Mohadesi *et al.*, 2022).

Biodiesel dapat diproduksi melalui berbagai teknik seperti penggunaan langsung atau pencampuran minyak, mikroemulsi, perengkahan termal, pirolisis, dan reaksi transesterifikasi. Namun, reaksi transesterifikasi menjadi teknik yang paling populer dalam pembuatan biodiesel karena prosesnya yang mudah dikendalikan dan efisien (Altalhi *et al.*, 2021; Mohadesi *et al.*, 2022). Pada reaksi transesterifikasi, trigliserida yang berasal dari minyak nabati, lemak hewani, atau minyak jelantah direaksikan dengan alkohol rantai pendek seperti metanol atau etanol dengan bantuan katalis (T. H. Dăng *et al.*, 2021).

Katalis yang umum digunakan untuk membantu reaksi transesterifikasi adalah katalis homogen asam dan basa. Katalis homogen asam, seperti  $H_2SO_4$  atau HCl, bekerja pada suhu tinggi, bersifat korosif, memerlukan waktu lama untuk mencapai kesetimbangan, dan sulit didaur ulang. Sementara itu, katalis homogen basa seperti NaOH atau KOH memiliki kinerja katalitik yang tinggi dan dapat menghasilkan produk berkualitas, namun pemisahan katalis dari produk membutuhkan biaya tinggi, menyebabkan penyabunan, dan tidak ramah lingkungan (Abukhadra, Mostafa, *et al.*, 2020; Syukri *et al.*, 2020). Oleh karena itu, penggunaan katalis heterogen lebih disarankan karena memiliki biaya fabrikasi yang rendah, pemisahan katalis dengan produk yang lebih mudah, stabilitas termal yang tinggi, daur ulang yang efisien, tidak menyebabkan penyabunan, dan sifat korosif yang lebih rendah (Abukhadra, Mostafa, *et al.*, 2020; Rahmani Vahid *et al.*, 2017). Meskipun demikian, katalis heterogen masih menghadapi beberapa tantangan besar, seperti pelindian situs aktif, pembengkakan, waktu reaksi yang panjang, dan hasil produk biodiesel yang rendah (M. Munir *et al.*, 2021).

Katalis heterogen yang berfungsi sebagai *support* katalis asam dan basa dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, karena dapat didaur ulang berulang kali tanpa kehilangan aktivitas katalitik yang signifikan, memiliki selektivitas tinggi, tidak korosif, dan tidak menyebabkan penyabunan, sehingga membuat prosesnya lebih ekonomis (Devaraj Naik & Udayakumar, 2019; M. Munir *et al.*, 2021). Lempung adalah material adsorben yang dapat digunakan sebagai *support* katalis karena memiliki luas permukaan besar, berpori, memiliki reaktivitas katalitik, kapasitas pertukaran ion yang tinggi, dan harga yang terjangkau (Abukhadra & Sayed, 2018; Ali *et al.*, 2018). Salah satu jenis lempung, yaitu

kaolinit, memiliki kelimpahan yang tinggi di alam dan lebih murah dibandingkan jenis mineral lempung lainnya (Abukhadra & Sayed, 2018).

Pemanfaatan material dengan struktur nanotube merupakan salah satu rekomendasi dalam pengembangan material maju. Dengan struktur tersebut, material ini dapat mencapai luas permukaan yang besar, memiliki sifat reaktivitas yang tinggi, dan aktivitas katalitik yang sangat baik. Kaolinit nanotube, dalam penelitian terbaru, terbukti menjadi material adsorben yang efektif dan baru, dengan luas permukaan yang sangat besar, reaktivitas permukaan yang sangat tinggi, aktivitas katalitik yang sangat baik, serta berpori. Pembuatan kaolinit nanotube dilakukan melalui beberapa tahap interkalasi (Xu *et al.*, 2019). Selanjutnya, induksi gelombang ultrasonik dilakukan untuk mengelupaskan permukaan menjadi lembaran kaolinit, yang kemudian digulung menjadi kaolinit nanotube (Abukhadra, Mostafa, *et al.*, 2020).

Penggunaan kaolinit nanotube sebagai *support* katalis telah diteliti sebelumnya oleh Abukhadra dkk (2022) dengan mendoping kalium ke dalam kaolinit nanotube ( $K^+/KNT$ ) untuk reaksi transesterifikasi minyak jelantah, yang menghasilkan biodiesel sebesar 98%. Namun penelitian tentang kaolinit nanotube sebagai *support* katalis NaOH masih belum dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengeksplorasi potensi kaolinit nanotube sebagai *support* katalis NaOH dalam reaksi transesterifikasi minyak jelantah, dengan harapan dapat menghasilkan rendemen biodiesel yang tinggi dan selektivitas produk yang baik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konversi kaolinit menjadi kaolinit nanotube terhadap sifat-sifat fisika dan kimianya.
2. Bagaimana pengaruh kaolinit nanotube sebagai *support* katalis NaOH terhadap aktivitas katalitiknya pada proses transesterifikasi minyak jelantah menjadi biodiesel.
3. Bagaimana pengaruh rasio molar minyak dan metanol terhadap aktivitas katalitik kaolinit nanotube sebagai *support* katalis NaOH pada proses transesterifikasi minyak jelantah menjadi biodiesel.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh konversi kaolinit menjadi kaolinit nanotube terhadap sifat-sifat fisika dan kimianya.
2. Menganalisis pengaruh kaolinit nanotube sebagai *support* katalis NaOH terhadap aktivitas katalitiknya pada proses transesterifikasi minyak jelantah menjadi biodiesel.
3. Menganalisis pengaruh rasio molar minyak dan metanol terhadap aktivitas katalitik kaolinit nanotube sebagai *support* katalis NaOH pada proses transesterifikasi minyak jelantah menjadi biodiesel.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pengembangan katalis yang lebih efisien untuk reaksi transesterifikasi biodiesel dalam meningkatkan aktivitas katalitik, meningkatkan hasil rendemen, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.
2. Penelitian ini memberikan inovasi dalam penggunaan nanoteknologi, khususnya dalam pengembangan material kaolinit nanotube. Sehingga dapat memberikan wawasan lebih lanjut tentang sifat dan karakteristik kaolinit nanotube, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang material dan aplikasinya dalam berbagai konteks.
3. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengelolaan limbah dengan merancang katalis yang efisien untuk mentransformasi minyak jelantah menjadi biodiesel. Hal ini mendukung upaya daur ulang dan pengurangan limbah minyak jelantah yang dapat mencemari lingkungan. Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku untuk biodiesel dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan baku konvensional, seperti minyak nabati.