

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan konsumsi energi berbasis fosil secara terus-menerus berkontribusi terhadap bertambahnya emisi gas rumah kaca (Setyono & Kiono., 2021). Peralihan dari ketergantungan pada energi fosil menuju pemanfaatan energi terbarukan diperkirakan akan memberikan pengaruh besar terhadap aspek lingkungan, ekonomi dan sosial masyarakat. Di Indonesia, tingginya konsumsi minyak goreng menyebabkan jumlah limbah minyak jelantah juga terus meningkat, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel yang berasal dari minyak goreng bekas semakin mendapat perhatian karena dianggap sebagai sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan serta mendukung konsep berkelanjutan (Idris, dkk., 2024). Dalam upaya memperkuat ketahanan energi nasional, pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) terus mendorong pengembangan bioenergi, khususnya biodiesel sebagai campuran bahan bakar minyak. Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan bermesin diesel. Dukungan terhadap pengembangan energi terbarukan tersebut juga tercermin dalam Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, yang menekankan pentingnya pengurangan penggunaan bahan bakar fosil melalui peningkatan pemanfaatan biodiesel dan sumber energi terbarukan lainnya (Salsabila, dkk., 2025).

Minyak jelantah merupakan limbah cair yang berasal dari penggunaan minyak goreng secara berulang pada proses penggorengan. Apabila tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Data Kementerian ESDM menunjukkan bahwa konsumsi minyak goreng sawit di Indonesia pada tahun 2019 mencapai sekitar 16,2 juta kiloliter. Dari jumlah tersebut diperkirakan terbentuk minyak jelantah sebesar 40-60% atau sekitar 5,46- 9,72 kiloliter. Meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap minyak goreng menyebabkan jumlah minyak jelantah yang dihasilkan juga terus bertambah (Ridho., 2023). Meskipun termasuk limbah cair, minyak jelantah masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi alternatif. Salah satu pemanfaatannya

adalah melalui pengolahan menjadi biodiesel. Penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku dapat menghasilkan biodiesel dengan rendemen yang cukup tinggi apabila proses pengolahannya dilakukan secara tepat (Oko & Kurniawan., 2025).

Proses transesterifikasi menggunakan katalis homogen maupun heterogen dalam reaktor yang diaduk secara mekanis merupakan salah satu metode paling populer untuk mensintesis biodiesel dari berbagai bahan baku (Priscilla, dkk. 2024). Katalis basa heterogen berupa kalsium oksida (CaO) banyak diminati dalam proses produksi biodiesel dibandingkan katalis heterogen lainnya. Hal ini disebabkan karena CaO memiliki sifat kebasaan yang tinggi, kekuatan basa yang kuat, serta memiliki kelarutan yang rendah selama proses reaksi berlangsung (Sisca & Rahayuningsih., 2022). Katalis CaO dapat disintesis dari limbah padat alami, misalnya cangkang telur bebek. Cangkang telur bebek kaya akan kalsium karbonat (CaCO_3) dapat diubah menjadi katalis aktif melalui kalsinasi dan impregnasi dengan KOH, sehingga meningkatkan aktivasi katalitiknya (Oko & Kurniawan., 2025).

Produksi biodiesel secara konvensional masih menghadapi berbagai kendala terutama dalam hal efisiensi waktu reaksi dan konsumsi energi yang tinggi. Proses transesterifikasi tradisional menggunakan pemanasan konvensional memerlukan waktu reaksi yang lama, sehingga meningkatkan biaya produksi. Proses impregnasi katalis menggunakan KOH menghasilkan limbah yang sulit dipisahkan dan memerlukan tahap netralisasi yang dapat menambah kompleksitas proses (Bintari, dkk., 2018). Untuk mengatasi masalah ini, berbagai inovasi telah dikembangkan salah satunya adalah pemanfaatan *Microwave-Assisted Transesterification* (MAT) dalam proses transesterifikasi. Teknik ini menggunakan radiasi gelombang mikro untuk memanaskan reaksi secara selektif, sehingga mempercepat transfer energi, efisiensi waktu, metode ekstraksi yang ramah lingkungan dan dapat dilakukan secara efektif serta efisien dengan bantuan radiasi gelombang mikro. Radiasi *microwave* dapat meningkatkan kecepatan transesterifikasi (Fitria & Yani., 2018)

Meskipun MAT dan nanokatalis telah menunjukkan potensi yang besar, penelitian mengenai analisis waktu reaksi transesterifikasi menggunakan kombinasi metode ini masih terbatas. MAT diketahui sebagai metode yang mampu

menghasilkan pemanasan cepat dan merata melalui gelombang mikro, sehingga dapat mempercepat proses reaksi kimia tanpa memerlukan waktu lama seperti pada metode konvensional (Sari, dkk. 2020). Dalam transesterifikasi, waktu reaksi yang terlalu singkat dapat menyebabkan konversi metil-ester yang rendah, sedangkan waktu yang terlalu lama justru bisa memicu pembentukan sabun dan menurunkan kualitas biodiesel (Mukminin, dkk., 2023). Oleh karena itu, penting untuk menemukan reaksi yang optimal agar diperoleh hasil maksimal. Penelitian mengenai nanokatalis berbasis cangkang telur bebek yang terimpregnasi KOH masih belum di eksplorasi, padahal material ini memiliki potensi tinggi sebagai katalis dengan kandungan CaO sebesar 92,66% dan ramah lingkungan (Zahara, dkk. 2020). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi waktu transesterifikasi berbasis MAT menggunakan nanokatalis cangkang telur bebek terimpregnasi KOH, sehingga dapat menghasilkan proses produksi yang lebih efisien, hemat energi dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, berikut adalah rumusan masalah yang sesuai:

1. Bagaimana analisis variasi waktu reaksi dalam proses transesterifikasi minyak jelantah menggunakan katalis CaO cangkang telur bebek terimpregnasi KOH berbasis metode *Microwave-Assisted Transesterification* (MAT).
2. Bagaimana perbandingan waktu transesterifikasi minyak jelantah berbasis metode *Microwave-Assisted Transesterification* (MAT) dengan metode konvensional menggunakan katalis CaO cangkang telur bebek terimpregnasi KOH terhadap kualitas dan produksi biodiesel.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, berikut merupakan tujuan dari penelitian ini :

1. Mengoptimasi variasi waktu reaksi dalam proses transesterifikasi minyak jelantah menggunakan katalis CaO cangkang telur bebek terimpregnasi KOH dengan metode *Microwave-Assisted Transesterification* (MAT) untuk menentukan waktu optimal proses reaksi dan efisiensi konversi minyak menjadi biodiesel.
2. Menganalisis perbandingan waktu transesterifikasi antara metode *Microwave-Assisted Transesterification* (MAT) dengan metode konvensional menggunakan katalis CaO cangkang telur bebek terimpregnasi terhadap kualitas dan produksi biodiesel dari minyak jelantah.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan memberikan beberapa manfaat, diantaranya :

1. Memberikan informasi tentang perbandingan waktu pada metode *Microwave-Assisted Transesterification* (MAT) dibandingkan dengan metode konvensional dalam produksi biodiesel dari minyak jelantah.
2. Memberikan panduan untuk mempercepat proses transesterifikasi minyak jelantah dengan menggunakan katalis CaO cangkang telur bebek terimpregnasi KOH.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini meliputi :

1. Metode transesterifikasi yang digunakan terbatas pada *Microwave-Assisted Transesterification* (MAT).
2. Nanokatalis yang digunakan adalah cangkang telur bebek didapatkan dari Peternakan di Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember, yang telah dikalsinasi menjadi CaO dan diimpregnasi dengan KOH.
3. Minyak jelantah yang digunakan didapat dari Warung Kopi Cakkebo di Jl. Tidar, Kloncing, Karangrejo, Kecamatan Sumbersari, Jember tanpa merk tertentu.

4. Parameter kualitas biodiesel tercantum dalam SNI 7182:2015 seperti kadar FFA, densitas, viskositas, dan bilangan asam.
5. Parameter lain selain waktu transesterifikasi (misalnya suhu reaksi dan daya gelombang mikro) akan dijaga konstan selama optimasi waktu.