

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidup di abad ke-21 mendorong masyarakat menjadi semakin konsumtif, termasuk dalam penggunaan energi (Amalia, 2021). Peningkatan konsumsi energi tersebut berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi. Salah satu faktor yang berkontribusi signifikan adalah bertambahnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia. Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah kendaraan bermotor meningkat menjadi 64.305.002 unit. Kondisi ini menyebabkan kebutuhan akan bahan bakar minyak (BBM), khususnya solar, juga mengalami peningkatan sebagai komponen penting dalam pemenuhan energi nasional (Rahmawati, 2019).

Konsumsi BBM jenis solar pada tahun 2020 tercatat sebesar 877 ribu kiloliter. Angka ini meningkat sekitar 80,68% pada tahun 2021 menjadi 1,59 juta kiloliter. Di sektor industri, konsumsi solar mencapai 571.220 kiloliter, sedangkan di sektor transportasi sebesar 933.639 kiloliter (Santoso *et al.*, 2023). Di sisi lain, konsumsi energi nasional masih didominasi oleh penggunaan energi fosil yang tidak dapat diperbarui. Ironisnya, dalam sepuluh tahun terakhir, produksi minyak dan gas (migas) nasional terus mengalami penurunan sekitar 2% per tahun (Setyono & Kiono, 2021). Apabila kondisi tersebut tidak diimbangi dengan pengembangan energi alternatif, ketimpangan dan ketidakstabilan dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional akan sulit dihindari.

Oleh karena itu, untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, diperlukan pengembangan sumber alternatif, salah satunya biodiesel. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang diperoleh dari minyak nabati atau minyak hewani melalui reaksi transesterifikasi menggunakan alkohol rantai pendek, seperti metanol, etanol, atau butanol, dengan bantuan katalis sehingga menghasilkan senyawa monoalkil ester (Purnomo *et al.*, 2020).

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu bahan baku yang berpotensi tinggi untuk produksi biodiesel karena memiliki produktivitas sekitar 3,62 ton/ha/tahun,

dan harga yang relatif kompetitif, yaitu berkisar antara 1.077,78 USD – 1.238, 57 per metrik ton (MT) pada periode Januari 2011 hingga Agustus 2021 (Latisya, 2022). Selain itu, limbah ampas dari industri minyak goreng berbasis kelapa sawit masih mengandung asam lemak bebas dan trigliserida dalam jumlah cukup tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku biodiesel. Dengan demikian, minyak kelapa sawit memiliki prospek yang baik untuk pengembangan biodiesel karena didukung oleh produktivitas yang tinggi, nilai ekonomi yang kompetitif, dan potensi pemanfaatan limbah yang bermanfaat bagi lingkungan.

Produksi biodiesel dari minyak sawit melibatkan dua tahapan reaksi kimia yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi berfungsi mengonversi trigliserida menjadi metil ester dengan produk samping berupa gliserol dan membutuhkan katalis untuk mempercepat laju reaksi. Secara umum, katalis dibedakan menjadi katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen seperti KOH, NaOH, dan H₂SO₄ banyak digunakan karena mampu mempercepat reaksi, namun memiliki kelemahan berupa sulit dipisahkan, tidak dapat digunakan kembali, dan menghasilkan limbah cair hasil pencucian katalis (Ulfa & Samik, 2023).

Katalis heterogen seperti katalis CaO yang berasal dari cangkang telur, cangkang kerang, maupun sumber kalsium lainnya, memang menunjukkan aktivasi katalitik yang tinggi, akan tetapi umumnya harus dikombinasikan dengan zeolit alam sebagai *support* karena CaO tunggal cenderung mudah larut (leaching) ke dalam produk sehingga menurunkan kemurnian biodiesel (Ooi *et al.*, 2021). Pada komposisi CaO yang terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya penyusutan ukuran pori serta penurunan luas permukaan katalis, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian yang melaporkan penurunan luas permukaan katalis CaO/zeolit alam dari 15,201 m²/g menjadi 12,928 m²/g seiring meningkatkan rasio CaO yang diimbangkan pada zeolit alam (Putra, 2017). Kondisi ini menunjukkan bahwa katalis berbasis CaO memerlukan tahap sintesis dan optimasi komposisi yang lebih rumit. Sebagai alternatifnya, salah satu katalis heterogen yang dapat langsung digunakan setelah proses aktivasi sederhana adalah zeolit alam.

Zeolit alam merupakan kristal aluminosilikat hidrat dengan struktur tiga dimensi tersusun atas tetrahedral $(\text{SiO}_4)^{4-}$ dan $(\text{AlO}_4)^{5-}$. Struktur ini memberikan luas permukaan dan kemampuan adsorpsi tinggi (Ulfa & Samik, 2023). Namun, zeolit alam bersifat hidrofilik, dan masih mengandung pengotor alami yang dapat menutupi situs aktif, sehingga berpotensi menurunkan aktivitas katalitik dan menghambat reaksi transesterifikasi. Selain itu, variasi komposisi akibat perbedaan asal geologi menyebabkan kinerjanya kurang seragam. Oleh karena itu, diperlukan proses aktivasi untuk meningkatkan sifat fisik dan kimia zeolit sehingga performanya sebagai katalis menjadi lebih optimal (Dongoran, *et al.*, 2021).

Meskipun memiliki beberapa keterbatasan, zeolit alam tetap memiliki berbagai keunggulan, antara lain ketersediaannya yang melimpah, harga yang relatif murah, tidak beracun, serta memiliki stabilitas termal dan mekanik yang baik. Oleh karena itu, zeolit alam berpotensi digunakan sebagai katalis heterogen dalam sintesis biodiesel (Ulfa & Samik, 2023).

Berdasarkan latar belakang dan potensi yang telah dijelaskan, maka dilakukan penelitian berjudul: “Optimasi Proses Transesterifikasi Menggunakan Zeolit Alam Sebagai Katalis pada Pembuatan Biodiesel *Crude Palm Oil* (CPO)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum dalam proses transesterifikasi CPO menggunakan zeolit alam sebagai katalis, mencakup konsentrasi katalis, rasio metanol, serta kualitas biodiesel yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka terdapat rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu transesterifikasi menggunakan katalis zeolit alam terhadap kualitas crude biodiesel yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh penambahan massa katalis zeolit alam terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan?
3. Bagaimana analisis kualitas crude biodiesel yang dihasilkan berdasarkan SNI 7182. 2015.

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka terdapat tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi waktu pemanasan terhadap kualitas biodiesel.
2. Menganalisis pengaruh variasi penambahan massa katalis zeolit alam terhadap kualitas biodiesel.
3. Menganalisis *crude* kualitas biodiesel yang dihasilkan berdasarkan SNI 7182.2015.

1.4 Manfaat

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan, adapun manfaat yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan proses yang optimal data pembuatan biodiesel menggunakan katalis heterogen dari pasir zeolit alam.
2. Menambahkan nilai jual pasir zeolit.
3. Meningkatkan bauran Energi Baru Terbarukan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dilakukan guna memastikan penelitian ini berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Buah sawit yang digunakan berasal dari kebun sawit Politeknik Negeri Jember.
- b. Metode pada penelitian ini yaitu proses transesterifikasi menggunakan katalis zeolit alam.
- c. Karakteristik biodiesel yang digunakan sesuai dengan syarat mutu biodiesel SNI 7182-2015 meliputi Uji Rendemen, Viskositas, Densitas, Angka Asam, Angka Iodine, Kadar FAME, dan Air Sendimen.