



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1 Latar Belakang

Proses produksi biodiesel memanfaatkan berbagai jenis minyak nabati dan hewani sebagai bahan baku. Salah satunya bahan baku tersebut yaitu CPO. Indonesia memiliki potensi yang besar dalam hal memproduksi biodiesel berbahan dasar CPO karena Indonesia sebagai produsen CPO terbesar kedua di dunia (Maulidan, 2020). CPO ini memiliki kadar *free fatty acid* (FFA) yang beragam. Produksi biodiesel dari CPO memerlukan proses untuk penurunan kadar FFA tersebut menjadi kurang dari 3% terlebih dahulu. Jika kadar FFA biodiesel di atas 3%, hal ini bisa mengakibatkan reaksi saponifikasi dan mengganggu proses produksi biodiesel (Demisu, 2021). Penurunan kadar FFA cenderung membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga peran katalis diperlukan untuk mempercepat reaksi.

Katalis dapat terbagi menjadi dua golongan untuk menurunkan kadar FFA yaitu katalis homogen dan heterogen. Katalis homogen yang sering dipakai adalah asam sulfat (Sumari, 2021). Namun, katalis heterogen berupa zeolit alam lebih menguntungkan karena harganya lebih murah dan daya adsorpsinya tinggi, serta dapat dipisahkan dengan pemisahan sederhana secara lebih mudah (Santoso, 2019). Zeolit alam mengandung dua senyawa yang memiliki komposisi lebih banyak daripada senyawa lain yaitu  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Rasio Si/Al ini dapat menentukan daya adsorpsi zeolit. Zeolit alam yang mengandung rasio Si/Al rendah cenderung bersifat hidrofilik sehingga zeolit alam ini memiliki potensi adsorpsi yang lebih tinggi (Wang, 2019). Rasio Si/Al zeolit alam cenderung berbeda-beda pada setiap tempat zeolit alam tersebut di tambang sehingga untuk memastikan rasio Si/Al sesuai yang dibutuhkan perlu ada aktivasi zeolit alam.

Aktivasi bertujuan untuk memurnikan zeolit alam dengan menghilangkan *impurities* yang dapat menghambat kapasitas adsorpsi dari zeolit alam. Penggunaan asam kuat seperti HCl cenderung meningkatkan hidrofobisitas dari zeolit alam sehingga hal ini dapat mengurangi afinitasnya terhadap molekul air. Sementara itu,



perlakuan dengan basa seperti NaOH dapat menurunkan rasio Si/Al dalam kerangka zeolit alam (Al Muttaqii, 2019). Aktivasi basa juga dapat mengakibatkan zeolit alam menjadi lebih polar sehingga dapat menarik asam lemak bebas yang merupakan senyawa bersifat polar ke permukaan katalis. Pada sebuah penelitian dibuktikan bahwa aktivasi menggunakan NaOH 1M menurunkan kadar FFA lebih tinggi yaitu menjadi 0,15% dibandingkan dengan HCl 1M yang hanya mencapai 0,2% dari kadar FFA awal yaitu 0,4% (Putranti, 2018).

Proses produksi biodiesel umumnya terbagi menjadi dua proses yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Proses transesterifikasi dilakukan untuk mengubah senyawa utama dalam CPO yaitu trigliserida menjadi biodiesel dan gliserol. Sementara itu, esterifikasi memiliki tujuan utama untuk menurunkan kadar FFA dalam CPO dengan mengubahnya menjadi metil ester dan air (Ulfa, 2022). Proses esterifikasi dapat dilakukan dengan melibatkan pemanasan konvensional, alkohol, dan katalis yang diaduk dengan secara konstan untuk mereaksikan semua bahan (Suleman, 2019). Esterifikasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu kontak dengan katalis. Pada sebuah penelitian esterifikasi tentang penurunan kadar FFA dari CPO dengan katalis asam sulfat pada suhu 45°C selama 70, 90, 110, dan 130 menit, hasil yang didapat yaitu kadar FFA terus mengalami penurunan dari 10,59% menjadi 2,37% dalam waktu 130 menit (Harahap, 2021). Selain itu, zeolit alam juga dapat mempengaruhi esterifikasi karena berhubungan dengan luas permukaan kontak dengan katalis. Sebuah penelitian pernah melakukan transesterifikasi dengan ukuran katalis zeolit alam 10-20 mesh, 30-40 mesh, 50-60 mesh, 70-80 mesh, dan 100-120 mesh. Hasilnya pada ukuran 100-120 mesh, bilangan asam limbah minyak ikan tuna turun dari 2,35 mg KOH/gr menjadi 1,1 mg KOH/gr (Rosyadi, 2021).

Hasil yang diharapkan pada proses esterifikasi yaitu adanya penurunan kadar FFA menjadi kurang dari 3% agar dapat dimanfaatkan sebagai biodiesel. FFA merupakan pengotor utama yang dapat banyak ditemukan dalam CPO yang umumnya mencapai lebih dari 5%. Semakin gelap warna dari minyak semakin tinggi juga kadar FFA-nya dan dapat memberikan kualitas buruk dalam biodiesel. Kadar FFA dapat diukur secara sederhana dengan metode titrasi asam basa dengan

---



dibantu oleh *phenolphthalein* sebagai indikator dan etanol sebagai pelarut. Titrasi dilakukan hingga warna dari sampel berubah menjadi merah bata (Pranata, 2023).

Proses esterifikasi yang memakan waktu cukup lama membuat perlu adanya optimasi untuk mengetahui parameter optimal pada penelitian ini. Metode yang digunakan untuk optimasi yaitu *Response Surface Methodology* (RSM). RSM yaitu kombinasi teknik statistika dan matematika yang berfungsi untuk menganalisis pengaruh variabel bebas (x) terhadap respon (y). Hal ini berperan penting dalam pengembangan dan perbaikan proses esterifikasi yang sudah dilakukan. RSM adalah metode yang efektif untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi pengaruh berbagai faktor terhadap variabel respon. Hal ini dapat memungkinkan penentuan kondisi operasi yang optimal (Rahman, 2021).

Berdasarkan penelitian terdahulu terkait pengembangan produksi biodiesel di Indonesia, penelitian ini berfokus pada optimasi proses esterifikasi CPO. Melalui metode RSM, penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh variasi ukuran partikel zeolit alam (20, 40, 60, 80, dan 100 mesh) dan waktu esterifikasi (90, 110, 130, 150, dan 170 menit) terhadap penurunan kadar FFA dengan memanfaatkan zeolit alam yang telah diaktivasi basa sebagai katalis.

## **I.2 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ukuran zeolit alam dan waktu esterifikasi terhadap penurunan kadar asam lemak bebas serta menentukan kondisi optimal dari hasil esterifikasi *Crude Palm Oil* (CPO) dengan katalis zeolit alam menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM).



### I.3 Manfaat

1. Agar dapat memanfaatkan potensi sumber daya alam Indonesia menjadi produk yang bernilai tinggi.
2. Agar dapat mengurangi biaya produksi biodiesel karena harga zeolit alam lebih murah daripada jenis katalis lain dan lebih mudah dipisahkan karena dari katalis homogen.
3. Agar dapat menurunkan kadar FFA dalam CPO secara signifikan sehingga sesuai dengan standar yang berlaku.
4. Agar dapat memprediksi 2 variabel yang digunakan dalam 1 respon dan 1 grafik menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM).
5. Agar dapat menjadi panduan untuk peneliti selanjutnya dalam mengembangkan proses produksi biodiesel di Indonesia.