

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan energi yang terus meningkat di seluruh dunia akibat pertumbuhan industri dan populasi manusia, sehingga dibutuhkan sumber energi alternatif yang berkelanjutan. Kebutuhan akan sumber energi terbarukan yang tersedia dan berkelanjutan secara ekologis terus meningkat. Di Indonesia, *crude palm oil* (CPO) sangat cocok untuk produksi biodiesel karena mudah didapat dan infrastruktur agronominya yang matang. Namun, proses transesterifikasi CPO masih menghasilkan produk yang disebut *crude* biodiesel yang mengandung sabun, metanol tersisa, gliserol, dan ion logam terlarut. Jika kontaminan ini tidak dihilangkan secara efektif, kualitas biodiesel yang dihasilkan berpotensi tidak memenuhi standar ASTM D6751 dan EN 14214, sehingga dapat menurunkan kinerja mesin dan meningkatkan emisi berbahaya (Jamaluddin dkk., 2019). Oleh karena itu, tahap pencucian sangat penting untuk mencapai spesifikasi kualitas yang dibutuhkan.

Biodiesel dari CPO dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi, namun proses ini menyisakan zat pengotor seperti sabun, metanol, dan gliserol. Untuk mendapatkan biodiesel berkualitas tinggi, tahap pemurnian (pencucian) sangat penting. Metode pencucian basah (*wet washing*) dengan air banyak digunakan, tetapi memiliki kelemahan berupa limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan (Yuliani *et al.*, 2020). Pencucian konvensional, terutama pencucian dengan air panas, memiliki beberapa kekurangan. Ini termasuk banyak air yang digunakan, emulsi yang sulit dipisahkan, waktu pemrosesan yang lama, dan kemungkinan mencemari limbah cair. Inefisiensi dalam skala industri menyebabkan biaya operasional yang tinggi dan kerusakan lingkungan yang signifikan. Untuk meningkatkan keberlanjutan dan keuntungan keuangan dalam produksi biodiesel, pengoptimalan kondisi proses pencucian harus menjadi prioritas utama. Penelitian mengenai optimasi *dry washing* menggunakan zeolit alam pada biodiesel berbasis CPO masih relatif terbatas. Oleh karena itu, dikembangkan metode pencucian kering (*dry washing*) menggunakan adsorben

seperti zeolit aktif, yang mampu menyerap kontaminan secara selektif melalui pori-porinya (Saputra & Rahmawati, 2023). Studi terbaru menunjukkan bahwa menggunakan *Response Surface Methodology* selama tahap pemurnian biodiesel sangat bermanfaat. Ahmed et al. (2024) mengoptimalkan rasio air dan suhu pencucian untuk menurunkan kandungan sabun hingga 10 ppm dan sekaligus mengurangi penggunaan air sebesar 35 persen. (Irawan et al. 2023) menemukan bahwa metode desain eksperimen untuk menekan konsumsi air per liter biodiesel efektif. Sementara itu, (Pérez-Martínez et al. 2022) menunjukkan bahwa kombinasi RSM dan analisis desirability dapat menyeimbangkan beberapa respons sekaligus. Ini termasuk pemurnian FAME, penurunan turbiditas, dan waktu proses. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Response Surface Methodology* bukan sekadar alat analisis statistik, melainkan juga merupakan strategi praktis yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas proses secara keseluruhan.

Karena pentingnya isu pemurnian biodiesel dari CPO, penelitian ini secara khusus memusatkan perhatian pada Optimasi pencucian crude Biodiesel dengan zeolit alam menggunakan metode *Response Surface Methodologi*. Pemilihan bahan baku lokal bertujuan untuk menyesuaikan proses dengan karakteristik khas CPO di wilayah Politeknik Negeri Jember, Jawa Timur. Termasuk di dalamnya kandungan asam lemak bebas dan senyawa pengotor khas yang menjadi karakteristik unik CPO dari wilayah tersebut.

Penelitian ini difokuskan untuk: (1) Menganalisis pengaruh suhu, waktu, dan massa zeolit terhadap parameter kualitas biodiesel berdasarkan SNI 7182:2015 serta (2) menentukan kombinasi kondisi optimum guna memaksimalkan kemurnian biodiesel dengan efisiensi penggunaan bahan dan energi. (Badan Standarisasi Nasional, 2015) Dengan menggunakan pendekatan statistik *Response Surface Methodology*, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran teknis dan praktis yang mendukung efisiensi proses, serta meningkatkan nilai jual zeolit alam. Dengan riset ini, diharapkan peneliti akan membantu pengembangan teknologi biodiesel di seluruh negeri, dalam mengolah CPO menjadi biodiesel berkualitas tinggi secara efisien dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, didapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh suhu pencucian terhadap Rendemen hasil pencucian crude biodiesel.
2. Bagaimana pengaruh waktu pencucian terhadap Rendemen hasil pencucian crude biodiesel.
3. Bagaimana pengaruh massa zeolit pencucian terhadap Rendemen hasil pencucian crude biodiesel.
4. Bagaimana menganalisis proses pencucian crude biodiesel yang paling optimum menggunakan zeolit alam berdasarkan SNI 7182:2015.

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Menganalisis pengaruh suhu pencucian terhadap Rendemen hasil pencucian crude biodiesel.
2. Menganalisis pengaruh waktu pencucian terhadap Rendemen hasil pencucian crude biodiesel.
3. Menganalisis pengaruh massa zeolit pencucian terhadap Rendemen hasil pencucian crude biodiesel.
4. menganalisis proses pencucian crude biodiesel yang paling optimum menggunakan zeolit alam berdasarkan SNI 7182:2015.

1.4 Manfaat Penelitian

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

1. Menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan teknologi pencucian biodiesel yang lebih ramah lingkungan.

2. Memberikan dasar penerapan zeolit sebagai adsorben pencuci biodiesel dalam skala laboratorium dan industri kecil.
3. Meningkatkan nilai jual zeolit alam.
4. Meningkatkan kadar metil ester dengan memanfaatkan zeolit alam.

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:

1. Penelitian hanya dilakukan pada proses pencucian *crude biodiesel* hasil transesterifikasi dari Crude Palm Oil (CPO) menggunakan zeolit alam sebagai adsorben.
2. Respon atau variabel terikat yang dianalisis sesuai dengan SNI 7182:2015 dengan 7 parameter meliputi : rendemen, viskositas, densitas, angka asam, air dan sedimen, kadar FAME, angka iodine.
3. Proses optimasi dilakukan menggunakan metode statistik Response Surface Methodology (RSM) dengan desain eksperimen Box-Behnken Design (BBD).

