

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan sektor industri yang semakin pesat. Namun, pemenuhan kebutuhan energi nasional masih bergantung pada bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Indonesia memiliki cadangan minyak bumi sekitar 4,7 miliar barel dan cadangan batu bara sebesar 31,71 miliar ton pada tahun 2024 (IMA-API, 2024). Angka ini menunjukkan bahwa ketersediaan energi fosil nasional semakin terbatas dan berpotensi menurun drastis dalam dua dekade mendatang. Dengan tingkat konsumsi energi yang terus meningkat, Indonesia menghadapi tantangan serius dalam menjaga ketahanan energi nasional, sehingga pengembangan energi alternatif terbarukan seperti biodiesel menjadi kebutuhan strategis. Kondisi ini menandakan ketergantungan energi fosil yang tinggi dan ancaman krisis energi di masa mendatang, sehingga pengembangan energi alternatif yang berkelanjutan menjadi kebutuhan mendesak.

Salah satu sumber energi alternatif yang terus dikembangkan adalah biodiesel, yaitu bahan bakar cair yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi antara minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol. Proses tersebut menghasilkan bahan bakar yang dapat digunakan sebagai pengganti maupun campuran bahan bakar diesel konvensional (Megawati et al., 2022). Dibandingkan dengan solar, biodiesel memiliki keunggulan karena lebih mudah terurai secara alami serta menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah, sehingga lebih ramah terhadap lingkungan. Di Indonesia, bahan baku biodiesel tersedia dalam berbagai jenis, mulai dari minyak kelapa sawit hingga minyak jelantah. Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel tidak hanya mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah minyak, tetapi juga menghasilkan sumber energi terbarukan yang memiliki nilai ekonomi (Busyairi et al., 2020).

Minyak jelantah mengalami penurunan kualitas akibat reaksi oksidasi dan polimerisasi yang terjadi selama proses penggorengan. Reaksi tersebut menghasilkan berbagai senyawa, seperti aldehid, keton, dan asam lemak bebas yang dapat menurunkan mutu minyak (Busyairi et al., 2020). Apabila dibuang secara langsung ke lingkungan, minyak jelantah berpotensi mencemari tanah dan perairan. Oleh karena itu, pemanfaatannya sebagai bahan baku biodiesel menjadi salah satu solusi yang efektif untuk mengurangi dampak pencemaran sekaligus menghasilkan energi terbarukan. Dalam proses produksi biodiesel, penggunaan katalis berperan penting untuk mempercepat reaksi transesterifikasi dan meningkatkan rendemen yang dihasilkan. Katalis homogen, seperti NaOH dan KOH, masih banyak digunakan, tetapi memiliki beberapa kelemahan, antara lain sulit dipisahkan dari produk akhir serta menghasilkan limbah cair. Sebagai alternatif, katalis heterogen berbasis bahan alam, seperti karbon sekam padi, mulai banyak dikembangkan karena lebih ramah lingkungan dan dapat digunakan kembali dalam beberapa siklus reaksi (Cao et al., 2019). Sebagian besar penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh (Nurhasyiri et al., 2022) dan (Gonçalves, Lima dos Santos, et al., 2024), menggunakan karbon sekam padi yang dimodifikasi secara kimia dengan penambahan logam basa seperti CaO atau KOH untuk meningkatkan aktivitas katalitiknya. Meskipun efektif, metode tersebut memerlukan bahan kimia tambahan dan proses yang lebih kompleks. Penelitian ini berinovasi dengan menggunakan karbon sekam padi alami tanpa aktivasi kimia, yang diharapkan dapat menjadi alternatif lebih sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan, sekaligus menguji sejauh mana efektivitas katalis alami tersebut dalam menghasilkan biodiesel berkualitas sesuai standar SNI 7182:2015.

Potensi penggunaan karbon sekam padi sebagai katalis di Indonesia cukup besar mengingat limbah pertanian ini sangat melimpah. Berdasarkan data BPS tahun 2024, produksi padi nasional mencapai 53,14 juta ton gabah kering giling (GKG) dengan luas panen sekitar 10,05 juta hektare. Dari jumlah tersebut, sekitar 20-30% berupa sekam yang sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal. Karbon hasil pembakaran sekam padi mengandung silika (SiO_2) sebesar 80-97%, dengan luas permukaan tinggi dan kestabilan termal yang baik (Nurhasyiri et al.,

2022). Sifat ini menjadikan karbon sekam padi berpotensi besar sebagai material katalis heterogen untuk proses transesterifikasi (Niculescu & Raboaca, 2021).

Selain jenis katalis, suhu reaksi juga menjadi faktor penting yang mempengaruhi kualitas biodiesel. Suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat konversi trigliserida menjadi biodiesel, sedangkan suhu terlalu tinggi dapat menyebabkan penguapan metanol berlebih dan penurunan mutu produk (Busyairi et al., 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menentukan suhu reaksi yang optimal agar diperoleh rendemen tinggi dan kualitas biodiesel yang sesuai dengan SNI 7182:2015, terutama pada parameter densitas dan viskositas (Nurhasyiri et al., 2022). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu reaksi pada proses Transesterifikasi minyak jelantah dengan katalis karbon sekam padi terhadap rendemen dan kualitas fisik biodiesel, sebagai langkah nyata menuju pengembangan energi bersih dan berkelanjutan di Indonesia. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya menggunakan katalis karbon sekam padi yang dimodifikasi secara kimia (CaO , KOH , Fe_2O_3), sehingga belum banyak yang meneliti efektivitas karbon sekam padi alami tanpa aktivasi dalam menghasilkan biodiesel dari minyak jelantah. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi kemampuan dasar katalis tersebut terhadap variasi suhu reaksi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Mengetahui pengaruh variasi suhu reaksi terhadap rendemen (*yield*) biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah menggunakan katalis karbon sekam padi?
2. Mengetahui pengaruh variasi suhu reaksi terhadap karakteristik fisik (densitas dan viskositas) biodiesel yang dihasilkan?
3. Mengetahui suhu berapakah diperoleh kondisi operasi paling optimal untuk menghasilkan rendemen dan karakteristik fisik biodiesel sesuai dengan standar baku mutu?

1.3 Batasan Masalah

1. Bahan baku yang digunakan adalah minyak goreng kelapa sawit bekas merek Minyakita dari penggunaan rumah tangga.
2. Katalis yang digunakan terbatas pada karbon sekam padi jenis varietas IR64 tanpa adanya modifikasi kimiawi tingkat lanjut.
3. Proses konversi yang digunakan adalah reaksi transesterifikasi satu tahap.
4. Variabel bebas dalam penelitian ini dibatasi hanya pada variasi suhu reaksi (yaitu 55 °C, 60 °C, dan 65 °C).
5. Parameter tetap yang dikendalikan selama proses meliputi rasio molar minyak terhadap metanol (6:1), jumlah/konsentrasi katalis (5 gram), dan waktu reaksi (60 menit)
6. Analisis kualitas produk hasil (biodiesel) hanya dibatasi pada perhitungan nilai rendemen (*yield*) serta pengujian karakteristik fisik yang mencakup nilai densitas dan viskositas, tidak mencakup uji performa mesin (*engine test*) maupun analisis komposisi senyawa dengan GC-MS.
7. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dan tidak mencakup aspek ekonomi produksi, skala industri, maupun analisis dampak lingkungan.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh variasi suhu reaksi terhadap rendemen (*yield*) biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah menggunakan katalis karbon sekam padi?
2. Mengetahui pengaruh variasi suhu reaksi terhadap karakteristik fisik (densitas dan viskositas) biodiesel yang dihasilkan?
3. Mengetahui suhu berapakah diperoleh kondisi operasi paling optimal untuk menghasilkan rendemen dan karakteristik fisik biodiesel sesuai dengan standar baku mutu?

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan gambaran mengenai perubahan hasil biodiesel yang diperoleh akibat variasi suhu reaksi pada proses transesterifikasi minyak jelantah menggunakan katalis karbon sekam padi.
2. Menyediakan data mengenai karakteristik fisik biodiesel yang dihasilkan pada setiap variasi suhu reaksi, khususnya densitas dan viskositas.
3. Menjadi acuan dalam menentukan rentang suhu reaksi yang memberikan hasil biodiesel paling baik berdasarkan kombinasi nilai rendemen, densitas, dan viskositas pada kondisi penelitian yang digunakan.

