

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal dengan sumber daya energinya yang melimpah salah satunya adalah minyak bumi. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023), produksi minyak bumi di Indonesia mencapai 1.611.136 terajoule. Minyak bumi yang dihasilkan akan digunakan sebagai bahan bakar pada berbagai sektor, misalnya sektor industri dan transportasi. Jumlah konsumsi minyak bumi dalam negeri mencapai 40,85% dari total konsumsi akhir energi dengan konsumsi BBM berkadar ringan (minyak tanah dan bensin) sebesar 1.168.166 terajoule dan BBM berkadar berat sebesar 779.930 terajoule. Menurut BPPT (2018), kebutuhan negara akan bahan bakar minyak diperkirakan akan terus mendominasi sektor energi hingga tahun 2050. Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya laju pertumbuhan penduduk. Namun, peningkatan kebutuhan ini tidak diimbangi dengan peningkatan produksi minyak bumi.

Menurut SKK MIGAS (2022), produksi minyak bumi dalam negeri terus mengalami penurunan dari tahun 2017-2022. Penurunan ini diperkirakan akan terus terjadi hingga tahun 2050 (BPPT, 2021). Oleh karena itu, pemerintah mengeluarkan kebijakan mengenai penggunaan bahan bakar alternatif demi memenuhi pasokan energi dalam negeri dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan yang tertuang dalam Peraturan Presiden No.5 Tahun 2006. Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi pasokan energi adalah biodiesel.

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang terbuat dari bahan nabati atau hewani. Biodiesel dapat dibuat melalui proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi merupakan proses yang terjadi dengan mereaksikan trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan gugus alkohol berantai pendek dengan bantuan katalis (Vyas et al., 2010). Salah satu alkohol yang sering digunakan dalam proses transesterifikasi adalah metanol. Metanol merupakan jenis alkohol yang sering digunakan karena memiliki rantai karbon yang pendek, harganya yang terjangkau dan dapat diperoleh dari berbagai sumber. Transesterifikasi akan menghasilkan metil ester atau biodiesel dan gliserol sebagai produk samping (Buchori et al., 2016). Biodiesel memiliki beberapa keunggulan bila dibandingkan dengan bahan bakar minyak, diantaranya yaitu lebih ramah lingkungan karena menghasilkan emisi karbon monoksida dan sulfur yang sedikit, dapat diaplikasikan pada mesin dengan atau tanpa modifikasi, tidak toksik serta dapat terdegradasi secara biologi (Vasudevan dan Briggs, 2008).

Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang berjalan lambat. Tanpa penggunaan katalis, reaksi transesterifikasi membutuhkan waktu sekitar 10 jam untuk menghasilkan konversi sebesar 85% (Diasakou et al., 2001). Oleh karenanya perlu penambahan katalis dalam reaksi untuk meningkatkan laju reaksi. Katalis merupakan zat yang dapat mempercepat laju reaksi tanpa perlu ikut terkonsumsi

oleh keseluruhan reaksi. Penggunaan katalis akan merendahkan energi aktivasi sehingga reaksi berjalan lebih cepat dan tanpa terlibat dengan reaksi permanen dibanding tanpa katalis (Fogler, 2004). Katalis terbagi menjadi dua yaitu katalis homogen dan heterogen. Katalis homogen lebih mudah digunakan karena memiliki wujud yang sama dengan pereaksi sehingga dapat diaplikasikan secara langsung pada reaktan. Katalis homogen terbagi lagi menjadi katalis basa dan katalis asam. Penggunaan katalis basa memiliki keuntungan bila dibandingkan dengan katalis asam karena katalis basa dapat bereaksi pada suhu dan tekanan yang lebih rendah. Salah satu katalis basa yang umum digunakan adalah NaOH (Sukoco dan Effendy, 2017). Natrium hidroksida mempunyai kelebihan berupa nilai konversi yang tinggi dan lebih aman karena tidak korosif seperti asam. Katalis NaOH juga lebih mampu menurunkan viskositas dibandingkan KOH (Abdullah et al, 2010).

Tanaman kanola merupakan tanaman yang memiliki bunga berwarna kuning dan termasuk dalam anggota spesies dari famili Crucifae yang dapat dijadikan sebagai sumber minyak nabati (Tarigans et al., 1999). Tanaman ini dikenal sebagai tanaman penghasil minyak dikarenakan biji tanaman kanola mengandung lebih dari 40% minyak. Jumlah ini masih lebih kecil bila dibandingkan dengan tanaman kelapa sawit yang mengandung 30-60% minyak dan lebih umum digunakan sebagai bahan dasar biodiesel. Namun, kandungan minyak dalam tanaman kanola lebih besar bila dibandingkan dengan tanaman bunga matahari (25-35%) dan tanaman kedelai (15-20%) yang juga sering digunakan sebagai bahan baku biodiesel. Tanaman kanola juga mengandung asam lemak jenuh sekitar 7% dan asam lemak tak jenuh sekitar 93%. Beberapa kandungan asam lemak pada tanaman kanola yaitu asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat yang sangat dibutuhkan dalam proses pembuatan biodiesel (Suresh et al., 2019). Adapun wujud tanaman kanola dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Kanola

Penelitian yang dilakukan oleh Karabas (2013) menunjukkan bahwa biodiesel yang dibuat dengan mereaksikan minyak kanola dan metanol dengan bantuan katalis KOH memiliki nilai densitas sebesar $0,883 \text{ g/cm}^3$, viskositas kinematik sebesar $4,60 \text{ mm}^2/\text{s}$, dan angka asam sebesar $0,11 \text{ mg KOH/g}$, dan bilangan iodium sebesar $118 \text{ g I}_2/100 \text{ g}$. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Hasanah

(2021) dengan membuat biodiesel dari minyak kanola dan metanol dengan perbandingan molar ratio 6:1 dan 9:1 memiliki nilai angka asam yang berkisar antara 0,41-0,65 mg KOH/g, nilai densitas yang berkisar antara 0,878-0,883 g/cm³, dan nilai viskositas kinematik yang berkisar antara 4,27-4,50 mm²/s. Penelitian terkait juga dilakukan oleh Mangesh et al. (2007) dimana biodiesel yang diperoleh dengan mereaksikan minyak kanola dengan variasi pelarut yaitu metanol dan etanol tanpa bantuan katalis memiliki nilai angka asam yang berkisar antara 0,39-0,70 mg KOH/g, viskositas yang berkisar antara 3,9-4,1 mm²/s, dan densitas yang berkisar antara 0,869-0,912 g/cm³.

Tanaman kanola memiliki potensi besar sebagai bahan baku biodiesel, sayangnya penelitian terkait penggunaan tanaman kanola sebagai bahan baku biodiesel di Indonesia masih sangat minim. Oleh karenanya dilakukan penelitian untuk membuat biodiesel dari minyak kanola dengan menggunakan metanol dan katalis NaOH untuk mengetahui kualitas dari biodiesel yang dihasilkan bila dibandingkan dengan standar mutu biodiesel yang tercantum dalam SNI 7182:2015. Pengujian kualitas meliputi analisis densitas, viskositas kinematik, bilangan penyabunan, angka asam, bilangan iodium, serta analisis instrumen FTIR dan GC-MS

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh waktu transesterifikasi pada proses pembuatan biodiesel dari minyak kanola (*Brassica napus* L.)?
2. Bagaimana kualitas biodiesel dari minyak kanola (*Brassica napus* L.) berdasarkan sifat fisika dan kimia?
3. Bagaimana komponen gugus fungsi dan kandungan asam lemak pada biodiesel dari minyak kanola (*Brassica napus* L.) dengan FTIR dan GC-MS?
4. Bagaimana spesifikasi SNI biodiesel dari minyak kanola (*Brassica napus* L.)?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan proses esterifikasi dan transesterifikasi serta pengujian kualitas terhadap biodiesel dari minyak kanola (*Brassica napus* L.)

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi pengaruh waktu transesterifikasi pada proses pembuatan biodiesel dari minyak kanola (*Brassica napus* L.)
2. menganalisis kualitas biodiesel dari minyak kanola (*Brassica napus* L.) berdasarkan sifat fisika dan kimia

3. mengidentifikasi komponen gugus fungsi dan kandungan asam lemak pada biodiesel dari minyak kanola (*Brassica napus* L.) dengan FTIR dan GC-MS
4. menentukan spesifikasi SNI biodiesel dari minyak kanola (*Brassica napus* L.)

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada masyarakat mengenai potensi minyak kanola (*Brassica napus* L.) sebagai bahan baku alternatif biodiesel.

BAB II METODE

2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel minyak kanola (*Golden Bridge*), metanol p.a, KOH p.a, NaOH p.a, H_2SO_4 98%, KI, HCl 37%, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, indikator PP, indikator MO, amilum 1%, akuades, alkohol 96%, larutan wijs, dan kloroform.

2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas yang umum digunakan di laboratorium, *hot plate*, *magnetic stirrer*, neraca analitik, statif, klem, buret 25 mL, sendok tanduk, *bulb*, termometer, labu leher tiga, alat refluks, corong pisah, *heating mantle*, piknometer, viskometer Ostwald,

2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024 hingga Januari 2025 di Laboratorium Fisika Dasar UIN Alauddin Makassar, Laboratorium Teknik Kimia PNUP, Laboratorium Bioteknologi Pangan ITP Unhas, Laboratorium Kimia Radiasi, Kimia Analitik, dan Laboratorium Terpadu Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Pembuatan Larutan (Rahmawati, 2018)

Larutan KOH 0,1 N. Padatan KOH ditimbang sebanyak 2,8055 g ke dalam gelas kimia lalu dilarutkan dengan akuades. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Larutan KOH 0,5 N. Padatan KOH ditimbang sebanyak 2,8055 g ke dalam gelas kimia lalu dilarutkan dengan alkohol 96%. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu ditambahkan alkohol 96% hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Larutan HCl 0,5 N. Larutan HCl 37% dipipet sebanyak 10,36 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL, kemudian dihomogenkan hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Larutan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0,1 N. Padatan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 4,76 g ke dalam gelas kimia lalu dilarutkan dengan akuades. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Larutan KI 10%. Padatan KI ditimbang sebanyak 10 g ke dalam gelas kimia lalu dilarutkan dengan akuades. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Larutan KI 15%. Padatan KI ditimbang sebanyak 15 g ke dalam gelas kimia lalu dilarutkan dengan akuades. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N. Padatan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 0,2480 g ke dalam gelas kimia lalu dilarutkan dengan akuades. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Larutan KIO_3 0,01 N. Padatan KIO_3 ditimbang sebanyak 0,08961 g ke dalam gelas kimia lalu dilarutkan dengan akuades. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.2 Standarisasi Larutan HCl 0,5 N dengan Larutan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0,1 N

Larutan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0,1 N dipipet sebanyak 10 mL ke dalam erlenmeyer 250 mL lalu ditambahkan 2-3 tetes indikator MO kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,5 N hingga larutan berubah warna dari *orange* menjadi merah muda (Rahmawati, 2018).

2.4.3 Standarisasi Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N dengan Larutan KIO_3 0,01 N

Larutan KIO_3 0,1 N dipipet sebanyak 10 mL lalu ditambahkan 10 mL KI 10% dan 10 mL HCl 2 N, kemudian dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,01 N hingga larutan berwarna kuning lalu ditambahkan 2-3 tetes larutan amilum 1% dan dititrasi hingga warna biru tepat hilang (Rahmawati, 2018).

2.4.4 Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kanola

Minyak kanola sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang berisi *magnetic stirrer*, kemudian ditambahkan campuran larutan H_2SO_4 sebanyak 1,5 mL dan metanol sebanyak 25 mL, kemudian dipanaskan pada suhu 60 °C selama 60 menit. Larutan dimasukkan ke dalam corong pisah hingga terbentuk 2 fase, yaitu biodiesel dan trigliserida berada di lapisan atas serta metanol dan gliserol berada di lapisan bawah. Lapisan bawah kemudian dibuang dan lapisan atas dicuci dengan air hangat. Lapisan yang telah dicuci kemudian ditambahkan 25 mL metanol dengan 1,5 g NaOH lalu dipanaskan pada suhu 60 °C selama 30 menit. Larutan dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan hingga membentuk 2 fase yaitu fase bawah gliserol dan fase atas biodiesel. Lapisan bawah dibuang dan lapisan atas (biodiesel) dipanaskan hingga suhu 130 °C selama 10 menit untuk proses pemurnian. Dilakukan prosedur yang sama namun dengan waktu transesterifikasi 60 menit dan 90 menit (Rahmawati, 2018). Biodiesel yang diperoleh kemudian dihitung *yield* yang diperoleh menggunakan rumus (Rahmawati, 2018):

$$\% \text{Yield} = \frac{(\text{massa biodiesel hasil transesterifikasi})}{\text{massa bahan baku}} \times 100\% \quad (1)$$

2.4.5 Analisis Sifat Fisika dan Kimia pada Biodiesel

2.4.5.1 Analisis Densitas pada Biodiesel

Penentuan densitas biodiesel dilakukan menggunakan alat piknometer pada suhu 40 °C. Piknometer kosong yang telah dibersihkan dan dikeringkan lalu ditimbang dengan menggunakan neraca analitik. Kemudian akuades yang sudah dipanaskan pada suhu 40 °C. dimasukkan ke dalam piknometer sampai penuh kemudian dihimpitkan. Bagian dinding luar piknometer dikeringkan, lalu piknometer yang berisi akuades ditimbang dan bobotnya dicatat. Akuades kemudian diganti dengan biodiesel yang akan diukur yang telah dipanaskan pada suhu 40 °C. Piknometer dibersihkan lalu ditimbang dan dicatat bobot hasil penimbangan. Proses di atas diulangi sebanyak dua kali. Perhitungan densitas biodiesel dapat ditentukan menggunakan persamaan (Daryono et al., 2022):

$$\rho_b = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (2)$$

Ket:

ρ_b = massa jenis biodiesel

m_2 = bobot piknometer berisi biodiesel (g)

m_1 = bobot piknometer kosong (g)

V = volume akuades (mL)

2.4.5.2 Analisis Kadar Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) pada Biodiesel

Sampel sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL lalu ditambahkan etanol sebanyak 50 mL kemudian dipanaskan selama 5 menit. Sampel didinginkan kemudian ditambahkan 2-3 tetes indikator PP lalu dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N hingga berwarna merah muda. Dicatat volume larutan KOH 0,1 N yang digunakan kemudian dihitung kadar asam lemak bebasnya menggunakan persamaan (Daryono dan Mustiadi, 2022):

$$\%FFA = \frac{N \text{ KOH} \times V \text{ KOH} \times \text{BM asam lemak}}{2 \times 1000} \quad (3)$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\%FFA \times \text{Mr KOH} \times V \text{ KOH}}{\text{BM asam lemak}} \quad (4)$$

2.4.5.3 Analisis Bilangan Penyabunan pada Biodiesel

Sampel 1 g dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL lalu ditambahkan KOH 0,5 N sebanyak 25 mL kemudian di refluks hingga sampel berwarna kekuningan. Sampel didinginkan kemudian ditambahkan 2-3 tetes indikator PP lalu dititrasi dengan larutan HCl 0,5 N hingga warna merah tepat hilang. Dicatat volume HCl 0,5 N yang digunakan kemudian dihitung nilai bilangan penyabunan menggunakan persamaan (Fatmawati, 2021):

$$Bs = \frac{(Vb - Vs) \times N \times BE \text{ KOH}}{W} \quad (5)$$

Ket:

Bs = bilangan sabun

Vb= volume HCl untuk titrasi blanko (mL)

Vs = volume HCl untuk titrasi sampel (mL)

N = normalitas larutan HCl 0,5 N

W = berat sampel biodiesel (g)

2.4.5.4 Analisis Bilangan Iodium pada Biodiesel

Sampel sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL lalu ditambahkan CHCl_3 sebanyak 10 mL lalu direfluks hingga larut. Kemudian ditambahkan larutan wijs sebanyak 25 mL lalu Erlenmeyer ditutup menggunakan kain dan didiamkan dalam tempat gelap selama 30 menit. Setelah didiamkan, sampel ditambahkan dengan larutan KI 15% sebanyak 10 mL lalu ditambahkan akuades panas sebanyak 50 mL dan dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N hingga berwarna kekuningan lalu ditambahkan amilum 1% sebanyak 2 tetes kemudian dititrasi kembali hingga larutan tidak berwarna. Dicatat volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N yang digunakan kemudian dihitung nilai bilangan iodium menggunakan persamaan (Nwakwuribe et al., 2024):

$$\text{Bilangan iod} = \frac{(Vb - Vs) \times N \times 12,69}{W} \quad (6)$$

Ket:

Vb= volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko (mL)

Vs = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi sampel (mL)

N = normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N

W = berat sampel biodiesel (g)

2.4.5.5 Analisis Viskositas pada Biodiesel

Sampel dimasukkan sebanyak 5 mL ke dalam tabung viskometer lalu dihitung waktu yang dibutuhkan cairan untuk mengalir dari batas atas hingga batas bawah viskometer. Nilai viskositas pada biodiesel dapat ditentukan menggunakan persamaan (Aini dan Tjahjani, 2013):

$$\text{Viskositas} = \frac{\rho_2 \times t_2}{\rho_1 \times t_1} \eta \quad (7)$$

Ket:

η = viskositas akuades pada suhu 40 °C

ρ_1 = densitas akuades pada suhu 40 °C
 ρ_2 = densitas biodiesel pada suhu 40 °C
 t_1 = waktu yang dibutuhkan akuades mengalir
 t_2 = waktu yang dibutuhkan biodiesel mengalir

2.4.5.6 Analisis Komponen Gugus Fungsi Pada Biodiesel

Analisis komponen gugus fungsi pada biodiesel dapat dilakukan dengan menggunakan instrumen FTIR. Penggunaan instrument FTIR memiliki keunggulan yaitu waktu analisis yang relatif singkat dan memiliki hasil yang akurat dalam menentukan gugus fungsi yang terdapat pada suatu sampel (Rahmat dan Suwarno, 2020).

2.4.5.7 Analisis Kandungan Metil Ester Pada Biodiesel

Analisis biodiesel menggunakan GC-MS untuk mengetahui metil ester yang terkandung dalam biodiesel. Metil ester yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi dianalisis dengan menggunakan GC-MS. Analisis ini menghasilkan puncak-puncak kromatogram yang masing masing menunjukkan jenis metil ester yang spesifik (Arimami et al., 2024).