

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan bakar minyak (BBM) sudah menjadi kebutuhan pokok masyarakat yang menjadikan minyak bumi memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan, salah satunya menjadi sumber energi utama di Indonesia. Seiring dengan berkembangnya kawasan industri dan meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak (BBM) maka hal tersebut menjadi suatu permasalahan ketika bahan bakar tidak dapat diperbarui. Bahan bakar minyak (BBM) yang digunakan saat ini berasal dari minyak bumi yang merupakan kekayaan alam yang sangat diandalkan dan butuh jutaan tahun untuk terbentuk. Di Indonesia, cadangan minyak bumi diperkirakan akan habis 9-12 tahun kedepan sehingga, pemakaian minyak bumi harus dihemat dan digunakan secara seefisien mungkin dan perlu mencari cara untuk membuat bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui dan mudah dijangkau oleh masyarakat (Laksana, 2008). Isu pencemaran lingkungan sedang berkembang di masyarakat selain isu energi alternatif. Dimana, isu pencemaran lingkungan tersebut di timbulkan dari penggunaan minyak bumi, yaitu pencemaran udara dari pembuangan gas sisa pembakaran transportasi maupun industri. Menyikapi kondisi tersebut dan untuk menjaga stabilitas pemenuhan kebutuhan bahan bakar minyak.

Salah satu solusi yang dihadirkan untuk memperlambat habisnya sumber energi adalah penggunaan energi terbarukan seperti mencari bahan bakar alternatif yang bersifat dapat diperbaharui, sehingga tidak akan habis dalam waktu dekat. Pengembangan energi terbarukan telah mendapat dukungan dari pemerintah berupa Perpres Nomor 5 Tahun 2006, yang menyatakan 5% kebutuhan energi nasional dipenuhi dari sumber energi nabati sehingga tahun 2025 diharapkan dapat mencapai 20% penggunaan bahan bakar yang bersumber dari energi nabati. Berdasarkan Peraturan Pemerintah ESDM Nomor 25 Tahun 2013, dilakukan peningkatan konsentrasi biosolar dari 5% menjadi 10% (Laksminingpuri dkk., 2021).

Biodiesel merupakan ester monoalkil dari asam lemak rantai panjang yang dihasilkan dari minyak nabati atau hewan dan alkohol dengan atau tanpa bantuan katalis. Minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel mempunyai kesamaan dengan molekul minyak diesel yaitu molekul dengan panjang rantai tidak bercabang dan jenuh. Molekul minyak nabati adalah trigliserida dengan susunan rantai tak bercabang dengan panjang yang bervariasi dengan tingkat kejenuhan yang berbeda (Janaun and Ellis, 2010). Komposisi minyak nabati sebagian besar terdiri dari trigliserida (90-98%). Trigliserida terdiri dari tiga asam lemak dan molekul gliserol. Beberapa kelebihan biodiesel adalah biodiesel mempunyai titik nyala dan angka setan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahan fosil diesel, bebas sulfur, dapat terurai secara alami dan tidak beracun. Minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel dapat diperoleh dari berbagai tanaman (Cua et al., 2020). Salah satu tanaman yang biasa dijadikan bahan baku biodiesel minyak biji kapuk randu (*Ceiba Pentandra L.*).

Kapuk randu atau kapuk (*Ceiba Pentandra L*) dikenal sebagai pohon kapas Jawa atau pohon kapas sutra yang biasa pohon ini dapat tumbuh hingga 60 meter. Pohon ini banyak ditanam di Asia terutama di Jawa. Pohon ini menghasilkan buah yang didalamnya berisi kapuk dan bijinya. Biji Kapuk ini dapat diolah untuk menghasilkan minyak yang merupakan minyak nabati yang memiliki potensi untuk dijadikan bahan bakar biodiesel. Minyak biji kapuk memiliki beberapa keunggulan, dapat dipanen dalam 6 bulan sekali, harga yang relatif murah, kadar asam lemak tak jenuhnya adalah asam linoleat yang relatif tinggi yaitu 71.95%, dan bilangan iodine yang memenuhi standar spesifikasi biodiesel 88 g/g (Setyawati dkk., 2019)

Beberapa penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk telah dilakukan. Suryandari, dkk (2013) telah melakukan penelitian tentang transesterifikasi biodiesel dari minyak biji kapuk menggunakan katalis MgO/CaO . (Sofyan, Tanjung and Santosa, 2014) telah melakukan penelitian tentang optimasi untuk mencari beberapa variabel yang mempunyai pengaruh pada proses pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk randu menggunakan katalis KOH dan proses transesterifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaksi merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap rendamen biodiesel minyak biji kapuk randu. Waktu reaksi yang optimal adalah 105 menit dengan rendamen sebesar 77.39%. Fajar dan Hedrawati (2015) telah melakukan penelitian tentang proses esterifikasi dan transesterifikasi biodiesel dari minyak biji kapuk dengan menggunakan variabel penelitian berupa konsentrasi katalis KOH dan waktu reaksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa didapatkan rendamen tertinggi pada konsentrasi katalis KOH 1.5%, waktu reaksi 2 jam, dan jumlah metanol 20% yaitu sebesar 92.24%. (Ningsih dkk., 2019) telah melakukan penelitian tentang biodiesel dari minyak biji kapuk randu menggunakan katalis *Ca/Hydrotalcite*. Penelitian tersebut menghasilkan rasio molar 1 minyak : 20 metanol menghasilkan kadar FAME tertinggi sebesar 5.55% dengan yield sebesar 3.92%.

Secara umum, terdapat dua kategori katalis heterogen yang digunakan untuk produksi biodiesel yaitu katalis heterogen asam dan katalis heterogen basa. Penelitian yang telah dilakukan oleh Juniar dan Rahayu pada tahun 2019 menghasilkan biodiesel dari minyak biji kapuk randu dengan menggunakan katalis heterogen asam yaitu TiO_2 , yang dapat meningkatkan efisiensi pembakaran biodiesel dan mudah didapatkan dengan harga terjangkau tetapi katalis asam baru dapat berjalan baik pada suhu sekitar 100 °C. Sedangkan penggunaan katalis heterogen basa memiliki lebih banyak keuntungan dimana, laju reaksi yang relatif lebih cepat daripada katalis asam dan katalis basa dapat bereaksi pada suhu kamar (Abbas dan Ilyas, 2021). Maka dari itu, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan katalis basa yaitu NaOH yang dapat meningkatkan reaktivitas alkohol, sehingga proses transesterifikasi lebih cepat dan tidak bersifat korosif.

Proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati dapat disintesis melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan karena minyak biji kapuk memiliki kadar asam lemak bebas lebih dari 2%. Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversikan menjadi metil ester. Metode esterifikasi merupakan reaksi yang terjadi karena adanya perubahan asam karboksilat dan alkohol menjadi

ester dengan menggunakan katalis asam. Pada proses esterifikasi juga bertujuan untuk mengulangi kadar asam lemak bebas dengan mengonversinya menjadi metil ester. Proses selanjutnya adalah menggunakan proses transesterifikasi dijalankan dengan mereaksikan trigliserida menjadi alkil ester dengan katalis basa menghasilkan metil ester dan gliserol (Sijabat dkk., 2017). Pada esterifikasi menggunakan katalis asam H_2SO_4 pekat sedangkan tahap transesterifikasi menggunakan katalis basa NaOH. Peran katalis pada proses transesterifikasi adalah membantu terjadinya reaksi konversi trigliserida menjadi metil ester. Biodiesel yang telah dimurnikan kemudian dianalisa sifat fisika dan kimianya dan dibandingkan dengan standar biodiesel (SNI).

Sampel yang dihasilkan dianalisis dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengetahui adanya gugus fungsi ester (C-O) dan (C=O) yang merupakan karakteristik dari biodiesel (Bhikuning dan Senda, 2020). Senyawa komponen penyusun biodiesel dari minyak kelapa sawit dapat diketahui dengan analisis kualitatif menggunakan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (GCMS) yang bertujuan untuk mengetahui komponen asam lemak karboksilat yang terbentuk menjadi *fatty acid methyl ester* (FAME). Data analisis yang didapatkan dengan melakukan uji GC-MS untuk memastikan bahwa hasil biodiesel yang telah dibuat memperoleh metil ester. Berdasarkan uraian di atas, penelitian dilakukan dengan pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*), lalu dilakukan tahap esterifikasi dan transesterifikasi kemudian dilakukan pengujian kualitas biodiesel dengan uji analisis angka asam, analisis densitas, analisis viskositas, analisis iodium, dan analisis penyabunan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. bagaimana membuat biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*) melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi?
2. Bagaimana hasil dari analisis sifat fisika dan kimia sampel biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*) ?
3. Bagaimanan penentuan komponen gugus fungsi biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*) dengan menggunakan FTIR?
4. Bagaimana menentukan komponen penyusun biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*) dengan menggunakan GC-MS?
5. Bagaimana spesifikasi SNI biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. membuat biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*) melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi
2. menganalisis sifat fisika dan kimia sampel biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*)

3. menentukan komponen gugus fungsi yang ada pada sampel biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*) dengan menggunakan FTIR
4. menentukan komponen penyusun biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*) dengan menggunakan GC-MS
5. menentukan spesifikasi SNI 2015 biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*Ceiba Petandra L*)

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini memberikan informasi terkait proses pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk randu (*ceiba petandra l*) dengan menggunakan katalis basa NaOH, pembuatan biodiesel tersebut dapat menjadi alternatif bahan bakar yang ekologis dan ramah lingkungan dengan metode yang sederhana.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu minyak biji kapuk (*Ceiba Petandra L*), metanol P.a, etanol P.a, KOH 0,1 N, NaOH P.a, H₂SO₄ pekat, KI 10%, indikator *metil orange*, indikator fenolftalein, amilum 1%, HCL 37%, Na₂S₂O₃·5H₂O, H₂C₂O₄·2H₂O, Na₂B₄O₇·10H₂O, dan akuades.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium, corong pisah, *magnetic stirer*, labu leher tiga neraca analitik (Ohaus), neraca digital, termometer, spektrofotometer FTIR (Shimadzu), dan instrument Gas *Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) (Shimadzu).

2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 16 Desember 2024 - 22 Januari 2025 di Laboratorium Kimia Radiasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas dan Laboratorium Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk Randu (*Ceiba Petandra L*)

2.4.1.1 Pembuatan Biodiesel dengan Proses Esterifikasi

Proses esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar *free fatty acid* (FFA) atau asam lemak bebas yang ada pada minyak biji kapuk. Sampel dimasukkan sebanyak 100 ml kedalam labu leher tiga, ditambahkan 1,5 ml H₂SO₄ sebagai katalis yang bertujuan untuk mempercepat reaksi esterifikasi. Kemudian dimasukkan metanol sebanyak 25 ml lalu dihomogenkan dan dipanaskan hingga suhu 70 °C selama 60 menit, dimasukkan pada corong pisah hingga terbentuk dua fasa yaitu, fasa bawah metanol dan gliserol dibuang, dan fasa atas biodiesel atau trigliserida dicuci dengan akuades panas sebanyak 3 kali kemudian kembali dimasukkan dalam corong pisah untuk pemisahan fasa atas (Erlianti dkk., 2021).

2.4.1.2 Pembuatan Biodiesel dengan Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah transesterifikasi alkoholis. Dimana, hasil dari fasa atas yang telah dicuci pada tahap esterifikasi kembali dimasukkan dalam labu leher tiga, direaksikan 25 ml metanol dan katalis basa NaOH sebanyak 1,5 gram pada suhu 60 °C, hingga dilakukan variasi (30, 60, dan 90 menit) kemudian dimasukkan kedalam corong pisah hingga terbentuk dua fasa yang didiamkan sehari. Lapisan atas membentuk biodiesel dan gliserol pada lapisan bawah. Fasa atas dipanaskan hingga suhu 130 °C selama 10 menit untuk proses pemurnian (Sarandon dkk., 2019).

2.4.2 Analisis Densitas pada Biodiesel

Pengujian densitas dilakukan berdasarkan SNI 04-7182-2015. Pengujian dilakukan menggunakan piknometer yang telah dibersihkan dan dikeringkan kemudian ditimbang piknometer kosong dan dicatat hasilnya. Sampel biodiesel dipanaskan terlebih dahulu hingga 50 °C lalu dimasukkan ke dalam piknometer dan ditutup. Diperhatikan tidak ada gelembung dalam piknometer. Kemudian ditimbang dan dihitung densitas dengan persamaan berikut: (Permana dkk., 2020).

$$p_b = \frac{(m_b - m_k)}{(m_a - m_k)}$$

Diketahui:

P_b = massa jenis biodiesel

P_a = massa jenis aquades pada suhu 40 °C = 993 kg/m³

2.4.3 Analisis Viskositas pada Biodiesel

Pengujian densitas dilakukan berdasarkan SNI 04-7182-2015. Pengujian dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalirkan cairan dalam pipa kapiler. Sampel dimasukkan sebanyak 5 ml kedalam tabung viskometer, lalu dihitung waktu yang dibutuhkan cairan untuk mengalir dari batas atas sampai batas bawah viskometer. Kemudian dilakukan perhitungan (hasil waktu dikonversi dalam detik) Berdasarkan yang dekemukakan oleh Irawati, 2018. Penentuan nilai viskositas bisa diukur dengan persaman berikut:

$$\text{Viskositas} = \eta \frac{d_2 \times t_2}{d_1 \times t_1}$$

Diketahui:

η = viskositas akuades pada suhu 40 °C (0.656 mm²/s)

d₁ = densitas akuades pada suhu 40 °C (0.9922 mm²/s)

d₂ = densitas biodiesel pada suhu 40 °C (gr/mL)

t₁ = waktu yang diperlukan akuades mengalir (s)

t₂ = waktu yang diperlukan biodiesel mengalir (s)

2.4.4 Analisis Kadar Asam Lemak Bebas pada Biodiesel

Pengujian densitas dilakukan berdasarkan SNI 04-7182-2015. Pengujian FFA dimulai dengan menimbang sampel sebanyak 2 g, lalu menuangkannya kedalam erlenmeyer. Pada analisis digunakan duplo. Metanol disiapkan sebanyak 50 ml, dicampurkan ke setiap sampel lalu dipanaskan 5 menit kemudian ditambahkan indikator PP sebanyak 2-3 tetes lalu dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N. Berdasarkan Megawati dkk., 2022. Persen kadar FFA menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar asam lemak bebas (\%FFA)} = \frac{\text{mL KOH} \times \text{N KOH} \times \text{Mr Asam Lemak}}{\text{Bobot Sampel (g)}}$$

2.4.5 Analisis Bilangan Penyabunan pada Biodiesel

Pengujian densitas dilakukan berdasarkan SNI 04-7182-2015. Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 100 ml, lalu dimasukkan KOH 0.5 N sebanyak 25 ml, kemudian direfluks sampai sampel mengalami penyabunan. Dilakukan penitrasi dengan HCl 0.5 N dengan indikator PP. Total akhir titrasi ditandai dengan hilangnya warna merah pada larutan. Cara kerja penentuan bilangan penyabunan mengacu pada referensi Fatmati, 2021. Dimana, perhitungan Bilangan Penyabunan (FBI-AO3-03) sebagai berikut:

$$Bs = \frac{(56.1) \times (Vb - Vc) \times N}{m}$$

Diketahui:

Bs : bilangan sabun (mg KOH/g biodiesel)

Vb : volume HCl untuk titrasi blanko (mL)

Vc : volume HCl untuk titrasi sampel (mL)

N : normalitas larutan HCl 0,5 N

M : berat sampel biodiesel (g)

2.4.6 Analisis Bilangan Iodium pada Biodiesel

Pengujian densitas dilakukan berdasarkan SNI 04-7182-2015. Sampel dimasukkan sebanyak 1 gram dalam labu erlenmeyer 100 mL, ditambahkan CHCl_3 sebanyak 10 ml lalu di refluks hingga larut. Kemudian ditambahkan larutan wijs 25 ml lalu tutup erlenmeyer dengan kain dan didiamkan dalam tempat yang gelap selama 30 menit. Setelah itu ditambahkan larutan KI 15% 10 mL lalu tambahkan akuades panas 50 ml dilakukan titrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hingga berwarna kekuningan lalu ditetesi amilum 1% kemudian dititrasi kembali hingga tidak berwarna. Kemudian dicatat perhitungan volumenya.

Perhitungan Bilangan Iodium (AOAC, 2007)

$$\text{Bilangan iod} = \frac{(Vb - Vc) \text{ mL} \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 12.69}{\text{berat sampel (g)}}$$

Diketahui:

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

Vc = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi sampel

N = normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

2.4.7 Analisis Komponen Gugus Fungsi dengan FTIR

Pengujian FTIR dilakukan untuk melihat komponen gugus fungsi yang terdapat pada biodiesel. Gugus fungsi utama yang terdapat pada biodiesel yaitu C-O dan C=O. Selain itu metode FTIR ini juga sebagai metode yang cepat dan tepat untuk mengukur kandungan gugus fungsi yang terdapat pada biodiesel (Rahmat dan Suwarno, 2020). Metil ester adalah hasil produk transesterifikasi dari trigiserida dan metanol.

2.4.8 Analisis Kandungan Asam Lemak Biodiesel dengan GC-MS

Analisis kandungan asam lemak dapat dilakukan melalui pemisahan secara kualitatif dengan metode *Gas Chromatography (GC)*. Metode ini mampu memberikan informasi turunan asam lemak dalam sampel. Metode analisis *Massa Spectroscopy (MS)* digunakan untuk menentukan fragmentasi asam lemak jenuh dan tak jenuh dan letak ikatan rangkap jenis asam lemak (Ningtyas, 2013). Sampel dianalisis dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Suhendra dan Gunawan (2008), yaitu dengan menggunakan gas kromatografi spektroskopi massa (GC-MS) dengan suhu injektor 290 °C, kolom yang digunakan Ratek RXi-5MS (30 m x 0,25 mm) pada rentang suhu kolom 40-280 °C dengan kenaikan suhu sebesar 8 °C/menit. Detektor yang digunakan, FID (*Flame Ionization Detector*) dengan suhu detektor 300 °C dan gas pembawa Helium (Gunawan dkk., 2014). Penentuan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan asam lemak yang terdapat dalam produk biodiesel (Mirzayanti dkk., 2022).

