

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan bakar minyak (BBM) merupakan aspek penting dalam perekonomian di Indonesia, di mana dilihat dari konsumsi BBM dari tahun ke tahun baik dalam sektor otomotif maupun industri terus mengalami peningkatan. Pada bidang transportasi mampu mengonsumsi sekitar 30% dari total energi nasional dan 97% dari total sektor transportasi menggunakan BBM. Selain itu pembangunan prasarana meningkatkan pertumbuhan konsumsi energi rata-rata mencapai 7% dalam 10 tahun (Paminto, 2020). Peningkatan konsumsi BBM berbanding lurus dengan produksi minyak bumi nasional yang terbuat dari fosil, sehingga diperlukan alternatif pengganti energi sebagai bahan bakar agar tidak terjadi krisis energi karena persediaan semakin menipis dan tidak dapat diperbarui (Nurdjanah dan Hartanto, 2012). Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan BBM di Indonesia dengan mengembangkan bahan bakar alternatif bersifat ramah lingkungan seperti biodiesel.

Biodiesel sebagai energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar minyak yang mampu mengurangi emisi gas buang sebesar 20% (Hambali, 2007). Komposisi biodiesel paling umum terbuat dari minyak nabati dengan kandungan trigliserida asam lemak mencapai 95%, asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*), monogliserida dan digliserida, serta komponen lain. Biodiesel dari minyak nabati dapat menjadi bahan bakar yang mudah diperbaharui (*renewable*), diproses, harganya relatif stabil, tidak menghasilkan cemaran berbahaya bagi lingkungan, dan mudah terurai secara alami (Wijaya, 2011). Biodiesel merupakan alternatif bahan bakar terbarukan dan berkelanjutan. Biodiesel juga sudah menjadi fokus penelitian yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir, hal ini, karena bahan bakar fosil semakin menipis serta krisis energi dan lingkungan terus meningkat sehingga mendorong penelitian dan pengembangan solusi alternatif seperti biodiesel. Biodiesel memiliki sifat yang mirip dengan diesel konvensional, sehingga dapat digunakan dalam mesin diesel tanpa memerlukan modifikasi yang signifikan. Selain itu biodiesel bersifat ramah lingkungan, mampu mengurangi emisi gas rumah kaca dan partikulat. (Azizah et al., 2024).

Biodiesel diproduksi dari bahan-bahan organik seperti minyak nabati, lemak hewani, atau limbah makanan. Bahan-bahan alternatif biodiesel mengandung senyawa-senyawa yang dapat diubah menjadi ester melalui proses transesterifikasi. Ester-ester pada biodiesel kemudian dapat digunakan sebagai bahan bakar yang mampu menggantikan bahan bakar fosil seperti diesel. Proses pembuatan biodiesel dilakukan dengan mereaksikan trigliserida yang berperan sebagai komposisi utama minyak dengan alkohol untuk menghasilkan *fatty acid metil ester* (FAME) serta gliserol sebagai produk samping (Rahkadima dan A'yuni, 2019). Biodiesel dapat dibuat dari bahan baku nabati seperti bunga matahari, kedelai, sawit, kanola, biji kapas, dan jarak (Singh dan Singh, 2010). Setiap bahan baku yang dibuat menjadi biodiesel memiliki karakteristik yang berbeda sehingga dapat mempengaruhi mutu biodiesel, di mana mulai dari proses pengolahan seperti bahan baku, metode proses yang digunakan, akurasi pengukuran pada mesin serta lingkungan. Biodiesel yang baik yakni mampu memenuhi syarat standar mutu biodiesel yang berlaku seperti pada standar nasional Indonesia (SNI) 7182:2015.

Bunga matahari merupakan tumbuhan asal Meksiko dan Peru Amerika Latin (Katja, 2012). Bunga Matahari memiliki klasifikasi pada kingdom *Plantae*, divisi *Spermatophyta*, kelas *Angiospermae*, subkelas *Dicotyledoneae*, ordo *Asterales*, famili *Compositae*, dan genus *Helianthus*, serta spesies *Helianthus annuus* L (Benson, 1957). Bunga matahari awalnya dikenal sebagai tanaman hias, namun sampai sekarang manfaat bunga matahari semakin luas seperti bunga penghasil minyak nabati, dan sumber bahan industri (Ardiarini et al., 2013). Salah satu produk utama bunga matahari seperti biji-bijian yang mampu diolah sebagai makanan kuaci dan penghasil minyak nabati yang dibutuhkan dalam industri energi terbarukan (Atjung, 1981). Minyak bunga matahari sangat berpotensi sebagai sumber bahan baku biodiesel karena mengandung asam linoleat 44 hingga 72% dan asam oleat berkisar 11,7% sebagai bahan yang sesuai untuk pembuatan biodiesel. Selain itu, minyak dari biji bunga matahari memiliki titik cair yang rendah sehingga memudahkan dalam proses pengolahan juga penyimpanan biodiesel (Rukmana, 2004).

Dari berbagai macam jenis minyak nabati dunia, terdapat empat minyak nabati utama dunia yakni minyak sawit, kedelai, *rapeseed*, dan bunga matahari. Keempat jenis minyak nabati utama tersebut mencakup sekitar 90 persen volume produksi dan konsumsi minyak nabati dunia. Bunga matahari merupakan salah satu komoditas penghasil minyak nabati yang hingga saat ini pembudidayaan di Indonesia masih minim. Dengan iklim tropis yang dimiliki Indonesia dapat menawarkan kondisi ideal untuk budidaya bunga matahari. Bunga matahari tumbuh subur di wilayah dengan intensitas sinar matahari tinggi dan curah hujan cukup. Dalam beberapa tahun terakhir, daerah seperti Jawa Timur dan Jawa Tengah telah memulai budidaya bunga matahari sebagai alternatif tanaman komoditas. Pada Kabupaten Blitar telah memanfaatkan bunga matahari sebagai bahan baku utama untuk produksi minyak nabati dapat menjadikan contoh pengembangan inovatif dalam sektor pertanian lokal (Sipayung, 2023).

Katalis basa merupakan katalis yang umum digunakan dalam pembuatan biodiesel. Katalis basa dibedakan menjadi dua yaitu katalis basa homogen dan heterogen. Katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH bersifat katalisator tinggi, tetapi sulit dipisahkan dari campuran reaksi. Katalis heterogen seperti CaO bersifat kemampuan katalisator sedikit lebih rendah dari katalis basa homogen, namun mudah dipisahkan dari campuran reaksi sehingga dapat digunakan kembali. Untuk mendapatkan performa proses yang baik, penggunaan katalis basa dalam reaksi transesterifikasi memiliki beberapa persyaratan penting seperti alkohol harus dalam keadaan anhidrous dengan kandungan air kurang dari 0,1 - 0,5% dengan berat serta minyak yang digunakan harus memiliki kandungan asam lemak bebas kurang dari 0.5% (Lotero et al., 2005). Penggunaan katalis basa reaksi dapat berlangsung pada suhu kamar 25 °C, sedangkan dengan katalis asam reaksi dapat berjalan baik pada suhu sekitar 100 °C. Tanpa katalis, reaksi membutuhkan suhu minimal 250 °C (Kirk and Othmer, 1980).

Proses pembuatan biodiesel dalam penelitian ini adalah minyak nabati bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) disintetis melalui dua tahap proses yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan karena minyak bunga matahari memiliki kadar asam lemak bebas lebih dari 2%. Pada tahap esterifikasi, asam lemak bebas pada minyak sebagai bahan baku pembuatan biodiesel akan dikonversikan menjadi metil ester. Pada proses esterifikasi digunakan katalis asam berupa H₂SO₄ 98% sedangkan

tahap transesterifikasi menggunakan katalis basa berupa NaOH. Biodiesel yang diperoleh kemudian dicuci dengan akuades untuk menghilangkan pengotor berupa metanol dan sisa-sisa katalis lalu dimurnikan dengan memanaskan hingga 130 °C untuk menghilangkan sisa-sisa air saat pencucian biodiesel. Setelah itu, biodiesel dari minyak bunga matahari dianalisis berdasarkan sifat fisika dan kimia biodiesel dan dibandingkan dengan standar mutu biodiesel pada SNI 7182:2015. Sampel yang dihasilkan juga dilakukan karakterisasi FTIR untuk mengetahui adanya gugus fungsi ester sebagai ciri khas dari biodiesel. Senyawa komponen penyusun biodiesel dari minyak bunga matahari dapat diketahui dengan analisis kualitatif menggunakan kromatografi GCMS yang bertujuan mengetahui komponen asam lemak yang terbentuk menjadi *fatty acid methyl ester* (FAME). Data analisis yang didapatkan dengan melakukan uji GC-MS guna memastikan bahwa hasil biodiesel yang telah dibuat memperoleh metil ester atau tidak sebagai ciri khas biodiesel. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) menggunakan katalis basa NaOH dan dilakukan pengujian kualitas mutu meliputi analisis densitas, viskositas, kadar asam lemak FFA, bilangan penyabunan, bilangan iodium, dan karakterisasi menggunakan FTIR serta GC-MS.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. bagaimana pengaruh waktu transesterifikasi pada proses pembuatan biodiesel dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*)?
2. bagaimana pengujian kualitas biodiesel dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) berdasarkan sifat fisika dan kimia?
3. bagaimana komponen gugus fungsi dan kandungan asam lemak pada biodiesel dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dengan FTIR dan GC-MS?
4. bagaimana spesifikasi SNI biodiesel dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. mengidentifikasi pengaruh waktu transesterifikasi pada proses pembuatan biodiesel dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*).
2. menganalisis kualitas biodiesel dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) berdasarkan sifat fisika dan kimia.
3. mengidentifikasi komponen gugus fungsi dan kandungan asam lemak pada biodiesel dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dengan FTIR dan GC-MS.
4. menentukan spesifikasi biodiesel dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) menurut SNI 7182:2015.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan sumber rujukan dalam pengembangan biodiesel dari minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) sebagai bahan bakar alternatif ramah lingkungan.

BAB II METODE

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu minyak bunga matahari (*Orilia sun flower oil*), H_2SO_4 98%, metanol p.a, NaOH p.a, KOH p.a, KI p.a, KIO_3 p.a, larutan wijs, kloroform, HCl 37%, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, alkohol 96%, indikator PP, indikator MO, indikator amilum 1%, akuades, dan *tissue*.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat gelas yang umum digunakan di laboratorium, labu leher tiga, termometer, refluks, corong pisah, piknometer, viskometer Ostwald, *heating mantle*, neraca analitik, buret, statif, klem, labu ukur 50 mL, 100 mL, dan 250 mL, gelas piala 50 mL, spatula, gegep, *bulb*, corong, erlenmeyer 250 mL, pipet skala 10 mL dan 25 mL, *hotplate*, dan labu semprot,

2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada November hingga Januari 2025. di Laboratorium Bioteknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Laboratorium Kimia Radiasi, Laboratorium Kimia Analitik Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Laboratorium Fisika Modern Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, serta Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang,

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Pembuatan Larutan

2.4.1.1 Pembuatan 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 dan ditambahkan akuades hingga tanda batas kemudian dihomogenkan.

2.4.1.2 Pembuatan 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 dan ditambahkan alkohol 96% hingga tanda batas kemudian dihomogenkan.

2.4.1.3 Pembuatan Larutan HCl 0,5 N

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

2.4.1.4 Pembuatan 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.

2.4.1.5 Pembuatan 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.

2.4.1.6 Pembuatan 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.

2.4.1.7 Pembuatan 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.

2.4.1.8 Pembuatan Larutan KIO_3 0,01 N

Padatan KIO_3 ditimbang sebanyak 0,0896 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.

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

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

2.4.1.10 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.

2.4.2 Pembuatan Biodiesel dari Minyak Bunga Matahari

Pembuatan biodiesel dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap esterifikasi dan transesterifikasi. Tahap esterifikasi dimulai dengan 100 mL minyak bunga matahari dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan metanol 25 mL dan 1,5 mL asam sulfat lalu diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Setelah itu dipindahkan ke labu alas bulat yang berisi batu didih dan direfluks pada 60 °C selama 60 menit. Setelah itu dimasukkan ke dalam corong pisah hingga terbentuk 2 fasa terpisah, yaitu biodiesel dan trigliserida berada di lapisan atas serta metanol dan gliserol berada pada lapisan bawah. Lapisan bawah kemudian dibuang dan lapisan atas dicuci menggunakan air hangat. Tahap kedua adalah proses transesterifikasi, di mana proses pembuatan biodiesel dilanjutkan dengan mereaksikan kembali 25 mL metanol dengan 1,5 g NaOH

menggunakan refluks pada 60 °C dengan variasi waktu 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Setelah itu dimasukkan kembali ke dalam corong pisah dan dидiamkan hingga membentuk 2 fasa yaitu fasa bawah gliserol dan fasa atas biodiesel. Biodiesel kemudian diambil dan dimurnikan dengan pemanasan hingga 130 °C selama 10 menit. Perhitungan *yield* biodiesel dapat ditentukan menggunakan persamaan:

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

2.4.3 Analisis Biodiesel

2.4.3.1 Analisis Densitas Biodiesel

Penentuan densitas biodiesel dilakukan menggunakan piknometer pada 40 °C. Piknometer kosong yang telah dibersihkan dan dikeringkan lalu ditimbang dengan menggunakan neraca analitik. Kemudian akuades yang sudah dipanaskan pada 40 °C. dimasukkan ke dalam piknometer sampai penuh kemudian dihimpitkan dan dicatat suhu piknometer. 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 40 °C. Piknometer dibersihkan lalu ditimbang dan dicatat bobot hasil penimbangan. Proses di atas diulangi sebanyak dua kali. Perhitungan densitas biodiesel (g/mL) dapat ditentukan menggunakan persamaan:

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

diketahui:

- m_2 = massa piknometer ditambah sampel (g)
- m_1 = massa kosong piknometer (g)
- V = volume dalam piknometer setelah dikalibrasi (mL)

2.4.3.2 Analisis Viskositas Biodiesel

Analisis viskositas dilakukan menggunakan viskometer Ostwald pada 40 °C guna mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalirkan suatu cairan. Sampel biodiesel dimasukkan ke dalam viskometer ostwald sebanyak 5 mL lalu dihisap dengan bulb hingga batas atas dan dilepas untuk menghitung waktu sampel mengalir menuju tanda batas bawah serta dicatat waktu mengalir menggunakan *stopwatch*.

$$\text{Viskositas} = \eta_a \times \frac{\rho_s \times t_s}{\rho_a \times t_a} \quad (3)$$

diketahui:

- η_a = viskositas akuades pada 40 °C (0,0065 mm²/s)
- ρ_s = densitas sampel (g/mL)

- ρ_a = densitas akauades (g/mL)
 t_s = waktu yang diperlukan sampel untuk mengalir (s)
 t_a = waktu yang diperlukan akuades untuk mengalir (s)

2.4.3.3 Analisis Asam Lemak FFA Biodiesel

Analisis FFA dilakukan dengan metode titrasi untuk mengetahui asam lemak bebas dan tingkat kualitas sampel. Biodiesel ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL. Setelah itu ditambahkan 50 mL etanol kemudian dipanaskan selama 5 menit dan diberi 2-3 indikator PP (*Phenolptalein*) dan dititrasi dengan KOH 0,1 N hingga berwarna merah muda. Perhitungan kadar asam FFA dihitung menggunakan persamaan:

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{mL KOH} \times \text{N KOH} \times \text{BM Asam Lemak}}{v \times 1000} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\% \text{ FFA} \times \text{Mr KOH} \times \text{mL KOH}}{\text{BM Asam lemak}} \quad (5)$$

diketahui:

mL KOH = mL KOH yang dipakai untuk titrasi (mL)

N KOH = normalitas KOH (0,1 N)

BM = Berat molekul asam lemak (asam lenoleat = 280,45 g/mol)

2.4.3.4 Analisis Bilangan Penyabunan Biodiesel

Analisis bilangan penyabunan dilakukan menggunakan metode refluks dan titrasi. Sampel sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL, kemudian ditambahkan 50 mL KOH 0,5 N. Selanjutnya direfluks selama 30 menit sampai mengalami penyabunan secara sempurna yang ditandai dengan tidak terlihatnya butir-butir lemak atau minyak dalam larutan. Setelah didinginkan, ditambahkan 3 tetes indikator *Phenolptalein* kemudian dititrasi dengan HCl 0,5 N. Titik akhir titrasi ditandai dengan hilangnya warna merah. Perhitungan bilangan penyabunan dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$\text{Bilangan penyabunan (mg KOH/g)} = \frac{\text{BE KOH} \times (V_b - V_a) \times \text{N HCL}}{m} \quad (6)$$

diketahui:

BE = Berat ekivalen KOH (56,1 mg/mol)

V_b = volume HCL untuk titrasi blanko (mL)

V_a = volume HCL untuk titrasi sampel (mL)

N = normalitas larutan HCL 0,5 N
 m = berat sampel biodiesel (g)

2.4.3.5 Analisis Bilangan Iodium Biodiesel

Analisis bilangan iodium dilakukan menggunakan metode iodometri. Sampel dimasukkan sebanyak 1 gram dalam erlenmeyer 100 mL, kemudian ditambahkan kloroform sebanyak 10 mL dan direfluks hingga larut. Setelah direfluks, ditambahkan larutan wijs 25 mL lalu ditutup erlenmeyer dengan kain dan didiamkan di tempat gelap selama 30 menit. Setelah itu ditambahkan larutan KI 15% sebanyak 10 mL, akuades panas 50 mL, dan dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hingga berwarna kekuningan lalu ditetesi amilum 1%. Dilakukan titrasi kembali hingga tidak berwarna lalu dicatat volume titrasi. Perhitungan bilangan iodium dapat ditentukan menggunakan persamaan, sebagai berikut:

$$\text{Bilangan iod} = \frac{(V_b - V_a) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 12,69}{m} \quad (7)$$

Diketahui:

V_b = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko (mL)
 V_a = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi sampel (mL)
 N = normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N
 m = berat sampel biodiesel (g)

2.4.3.6 Karakterisasi FTIR Biodiesel

Fourier Transform Infra Red atau FTIR adalah suatu metode instrumen dengan cahaya inframerah untuk mengetahui perubahan gugus fungsi dari minyak menjadi biodiesel (Palupi dan Siswani, 2016). Adapun karakterisasi FTIR dalam penelitian ini yaitu bahan baku minyak asli dalam pembuatan biodiesel serta biodiesel dengan variasi waktu transesterifikasi 30 menit (B30), 60 menit (B60), dan 90 menit (B90).

2.4.3.7 Karakterisasi GC-MS Biodiesel

Gas Chromatography Mass Spectrometry atau GC-MS adalah metode pemisahan senyawa organik menggunakan dua metode analisis senyawa yaitu kromatografi gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit (Aziz et al., 2016). Biodiesel diuji dengan GC-MS dalam mengamati asam lemak sebagai metil ester pada sampel biodiesel B60.