



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan energi di Indonesia masih didominasi oleh energi tidak terbarukan yang berasal dari fosil, seperti minyak bumi dan batu bara (Solikah dan Bramastia, 2024). Meningkatnya kebutuhan akan energi dan lambatnya pertumbuhan energi baru terbarukan (EBT) menyebabkan ketergantungan pada energi fosil yang masih terus berlanjut terus berlanjut. Ketergantungan yang berlebihan pada bahan bakar fosil yang terbatas dapat menyebabkan krisis energi. Hal ini dikarenakan permintaan energi yang tinggi tidak dapat dipenuhi oleh sumber energi yang ada (Logayah et al., 2023). Misalnya pada pemanfaatan energi fosil sebagai bahan bakar minyak terutama pada sektor transportasi yang masih cukup tinggi (Setyono dan Kiono, 2021). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, konsumsi akhir bahan bakar minyak di Indonesia adalah sebesar 2.396.290 terajoule (BPS, 2024).

Cadangan minyak bumi yang semakin hari semakin menipis serta kesadaran manusia akan lingkungan yang terus meningkat, mengakibatkan dunia membutuhkan sumber bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil (Sai et al., 2019). Pemerintah Indonesia menghadirkan solusi dalam menghadapi krisis energi fosil yakni penggunaan bahan bakar nabati sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi. Pemerintah telah menunjukkan komitmen kuat untuk mengembangkan bahan bakar nabati, termasuk biodiesel, bioetanol, dan *pure plant oil*, dengan menerbitkan Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 yang menekankan pentingnya penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati sebagai alternatif energi (Jazuli dan Wibowo, 2020). Kebijakan yang dihadirkan pemerintah salah satunya adalah tentang penggunaan bahan bakar biodiesel B20 (Faputri dan Setiorini, 2019). Biodiesel sebagai bahan bakar terbarukan, telah menjadi solusi yang efektif untuk menggantikan bahan bakar diesel karena dapat digunakan pada mesin diesel tanpa perlu modifikasi. Biodiesel sebagai bahan bakar terbarukan juga bersifat *biodegradable*, tidak beracun, dan ramah lingkungan (Sai et al., 2019).

Biodiesel adalah mono-alkil ester yang dihasilkan dari asam lemak minyak nabati atau lemak hewani, sehingga memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah. Emisi gas buang dari pembakaran biodiesel juga lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar konvensional. Selain itu, jika diproduksi dengan efisien, biodiesel dapat mencapai tingkat netral karbon (Dimawarnita et al., 2021). Biodiesel telah menjadi perhatian global sebagai bahan bakar alternatif yang berkelanjutan karena karakteristiknya yang terbarukan, mirip dengan diesel fosil, dengan sifat pelumasan yang baik, kandungan sulfur yang rendah, dan emisi yang bersih. Sehingga biodiesel memiliki potensi besar untuk menggantikan diesel fosil dalam penggunaan mesin di masa depan (Adebayo et al., 2021).



apa bahan baku untuk pembuatan biodiesel seperti kelapa sawit, kacang-gan, bunga matahari, jarak pagar, tebu dan beberapa jenis tumbuhan lainnya memiliki prospek yang besar untuk diolah menjadi biodiesel misalnya kacang tanah (Furqon et al., 2019; Faputri dan Setiorini, 2019).

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan salah satu komoditas pertanian utama di Indonesia setelah kedelai. Kacang tanah memainkan peran penting dalam menyediakan sumber protein dan minyak nabati untuk kebutuhan pangan nasional (Kurniawan et al., 2017). Indonesia berada pada urutan ke-12 sebagai produsen kacang tanah di dunia. Berdasarkan data Kementerian Pertanian Tahun 2024, produksi kacang tanah di Indonesia pada tahun 2023 sebesar 350.017 ton, dengan Jawa Timur sebagai pemasok terbesar yakni 110.331 ton. Sulawesi Selatan memproduksi kacang tanah sebesar 10.515 ton pada tahun yang sama. Kacang tanah adalah salah satu tanaman pangan yang sangat berguna dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Selain kaya akan protein dan lemak nabati, kacang tanah juga bisa diolah menjadi berbagai makanan dan produk industri, seperti keju, mentega, sabun, dan minyak (Lifiani et al., 2021). Namun, konsumsi kacang tanah di Indonesia berdasarkan data Kementerian Pertanian Tahun 2024, hanya sebesar 0,272% dan yang diekspor hanya sebesar 4.237 ton di tahun 2023.

Kacang tanah kaya kandungan lemak, protein yang tinggi, zat besi, vitamin E, vitamin B kompleks, fosfor, vitamin A, vitamin K, lesitin, kolin, dan kalsium. Kandungan protein biji kacang tanah merupakan parameter yang menentukan kualitas nutrisi biji dan berkorelasi negatif dengan kandungan minyak biji dan persentase oleat. Biji kacang mengandung 40-48% minyak, 25% protein, dan 18% karbohidrat dan vitamin B kompleks (Zulchi dan Puad, 2017). Selain sebagai sumber makanan, kacang tanah juga memiliki potensi sebagai bahan baku di berbagai industri, seperti industri makanan, kosmetik, dan produk lainnya (Amalia et al., 2021). Kacang tanah termasuk salah satu sumber minyak nabati dengan kandungan minyak yang sangat tinggi (Desmarina et al., 2021). Minyak Biji Kacang Tanah memiliki keunggulan karena komposisinya yang kaya akan trigliserida asam lemak tidak jenuh (76-82%), yang terdiri dari asam oleat (40-45%) dan asam linoleat (30-35%). Kandungan asam lemak yang tinggi membuat Minyak Biji Kacang Tanah dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan biodiesel (Jazie et al., 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Jazie et al. (2012) melaporkan hasil biodiesel sebesar 95% dari Minyak Biji Kacang Tanah dengan katalis KOH 0,5% pada suhu 60°C dan rasio molar antara metanol dan minyak 6:1. Sementara itu, Faputri dan Setiorini (2019), melaporkan hasil rendemen biodiesel sebesar 440 mL dari Minyak Biji Kacang Tanah menggunakan katalis KOH 2%wt. Kualitas biodiesel yang diperoleh diatur dalam SNI 7182:2015 yang diataranya berisi massa jenis, viskositas, angka asam, bilangan iodium, air dan sedimen, serta pengujian lainnya.



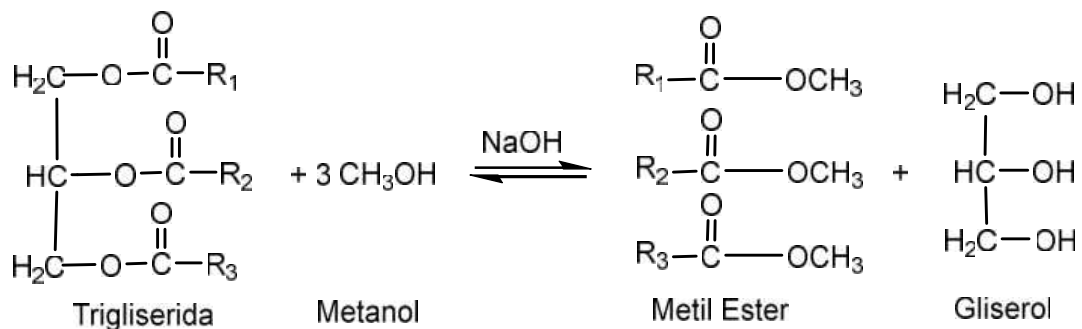
Salah satu cara keekonomisan, biodiesel kacang tanah memiliki karakteristik yang unik apabila dibandingkan dengan beberapa sumber biodiesel lainnya, terutama pada konteks pemanfaatan komoditas lokal. Dengan kandungan minyak mencapai 44–50%, kacang tanah memberikan rendemen minyak yang lebih tinggi dibandingkan kedelai dan mendekati bunga matahari (Desmarina et al., 2021). Keunggulan ini memungkinkan proses transesterifikasi menghasilkan biodiesel dengan kualitas pembakaran baik dan stabilitas yang tinggi. Dibandingkan minyak jelantah, biodiesel kacang tanah memiliki konsistensi kualitas bahan baku yang lebih terjamin karena berasal dari biji segar, bukan limbah yang komposisinya bervariasi. Jika dibandingkan dengan biodiesel sawit yang berbiaya lebih murah, biodiesel kacang tanah dapat menjadi alternatif strategis pada daerah yang bukan sentra sawit, sehingga mengurangi ketergantungan pada satu komoditas dan memperkuat diversifikasi energi terbarukan. Selain itu, konsumsi kacang tanah nasional yang relatif rendah memberikan ruang pemanfaatan sebagian produksi untuk energi tanpa mengganggu pasokan pangan, sementara pemanfaatan limbah kacang tanah juga dapat menekan biaya bahan baku (Helbawanti et al., 2023). Dengan demikian, biodiesel kacang tanah masih memiliki peluang keekonomisan yang kuat, terutama dalam program energi terdesentralisasi, industri kecil, dan pengembangan komoditas lokal bernilai tinggi.

Transesterifikasi atau alkoholisis adalah reaksi yang terjadi antara lemak atau minyak dengan alkohol menggunakan katalis untuk membentuk ester dan gliserol. Berbagai jenis alkohol dapat digunakan dalam proses ini, seperti metanol, etanol, propanol, dan butanol. Metanol umum digunakan karena memberikan viskositas dan titik didih yang sesuai serta memiliki angka *cetane* yang tinggi (Adedoyin et al., 2019). Transesterifikasi merupakan reaksi pertukaran bagian alkohol dari suatu ester, reaksi ini dapat terjadi dalam asam dan basa yang bersifat *reversible* (Wardiyah, 2016). Di bawah pengaruh katalis asam atau basa, transesterifikasi terjadi dengan eliminasi alkohol yang mudah menguap (Braun et al., 2013). Pada transesterifikasi minyak nabati, trigliserida bereaksi dengan metanol menghasilkan gliserol dan campuran metil ester asam lemak (biodiesel) (Adedoyin et al., 2019). Proses transesterifikasi menghasilkan biodiesel dengan kualitas yang lebih baik karena melibatkan pertukaran asam lemak dan pembentukan ester baru seperti pada reaksi alkoholisis. Kualitas biodiesel juga dipengaruhi oleh waktu reaksi, jenis dan konsentrasi katalis, serta suhu (Busyairi et al., 2020).

Tahap pembuatan biodiesel dimulai dengan proses transesterifikasi. Transesterifikasi adalah reaksi antara gliserida dengan alkohol rantai pendek dan terdiri dari tiga langkah reaksi berurutan, trigliserida dipecah menjadi digliserida, monogliserida, dan akhirnya menjadi gliserol secara berurutan. Dalam setiap langkah, satu mol ester diproduksi per mol alkohol yang dikonsumsi. Selama proses ini, grup organik ( $R''$ ) dari ester dipertukarkan dengan grup alkohol ( $R'$ )



ugam dan Ponnusami, 2018). Reaksi transesterifikasi bersifat reversibel, juga penggunaan kelebihan alkohol untuk menggeser kesetimbangan ke arah produk ester guna meningkatkan rendemen biodiesel. Suhu reaksi biasanya dijaga antara 50–65 °C, mendekati titik didih metanol, agar meningkatkan laju reaksi tanpa menyebabkan kehilangan pelarut yang berlebihan. Proses pengadukan juga berperan penting karena transesterifikasi pada awalnya terjadi pada batas antarmuka dua fasa (minyak dan alkohol). Oleh karena itu, tingkat pencampuran memengaruhi perpindahan massa dan memfasilitasi kontak antara trigliserida, alkohol, dan katalis (Salahaldeen et al., 2021).



**Gambar 1.** Reaksi Transesterifikasi Biodiesel

Proses transesterifikasi menggunakan katalis basa homogen NaOH merupakan metode yang paling banyak diaplikasikan dalam produksi biodiesel skala laboratorium maupun industri karena sifat reaksinya yang cepat, efisiensi konversi tinggi, serta kondisi operasi yang relatif ringan. Pada sistem ini, trigliserida yang terdapat dalam minyak kacang tanah bereaksi dengan alkohol (umumnya metanol) menghasilkan metil ester asam lemak (biodiesel) dan gliserol sebagai produk samping. Katalis NaOH berfungsi sebagai pemacu reaksi dengan cara mendisosiasi sebagian metanol sehingga terbentuk ion metoksida ( $\text{CH}_3\text{O}^-$ ), yaitu nukleofil kuat yang menjadi spesies aktif dalam reaksi. Ion metoksida kemudian menyerang atom karbon elektrofilik pada gugus karbonil trigliserida dan menghasilkan intermediat tetrahedral. Intermediat ini selanjutnya mengalami reaksi eliminasi sehingga menghasilkan molekul metil ester pertama dan membentuk digliserida. Mekanisme serupa berlangsung secara bertahap dari digliserida menjadi monogliserida dan akhirnya gliserol. Tahap bertahap ini menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi bukan reaksi satu langkah, melainkan tiga tahap konversi berurutan yang masing-masing menghasilkan satu molekul metil ester per tahap.

Namun demikian, proses ini sangat sensitif terhadap keberadaan air dan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*/FFA). Air dapat menyebabkan hidrolisis trigliserida menjadi FFA, sedangkan FFA dapat bereaksi dengan NaOH membentuk sabun (saponifikasi). Pembentukan sabun tidak hanya menyebabkan kehilangan katalis dan penurunan efisiensi konversi, tetapi juga



akibatkan kesulitan pemisahan fase antara biodiesel dan gliserol, turunkan kualitas produk, serta meningkatkan kebutuhan tahap pemurnian. Oleh karena itu, bahan baku harus memiliki kadar air dan FFA rendah, atau bila FFA tinggi diperlukan tahap *pretreatment* esterifikasi asam sebelum transesterifikasi basa. Keunggulan pendekatan ini adalah prosedurnya sederhana, biaya katalis rendah, serta sesuai untuk minyak nabati berkualitas baik. Namun kelemahannya mencakup kesulitan pemisahan katalis dari produk, potensi korosi peralatan, pembentukan sabun pada bahan bersidat FFA tinggi, dan risiko penurunan rendemen akibat pengotor.

Penggunaan NaOH sebagai katalis dalam proses transesterifikasi biodiesel memiliki beberapa kelebihan dibandingkan KOH, terutama dari segi efisiensi konversi, dosis katalis, dan kemurnian produk biodiesel. Sebagai contoh, penelitian “Performa Katalis Basa NaOH dan Zeolite/NaOH pada Sintesa Biodiesel” menggunakan CPO menunjukkan bahwa biodiesel dengan katalis NaOH berhasil mencapai kandungan ester sebesar 97,90 %, jauh melampaui versi zeolit/NaOH yang hanya ~63,51 % di kondisi reaksi yang sama. (Kurniasih dan Parji, 2017). Selain itu, studi “*Characterization of Biodiesel Quality from Transesterification of Palm Oil Using Homogeneous Catalysts KOH and NaOH*” menemukan bahwa biodiesel dari NaOH memenuhi standar mutu, dengan bilangan asam bebas dan kandungan impuritas yang rendah. (Rastini dan Jimmy, 2022). Kelebihan ini terutama terlihat bila bahan baku memiliki kadar FFA rendah dan kadar air yang terkendali, sehingga reaksi dengan NaOH berjalan cepat dan sabun yang terbentuk (saponifikasi) minimal. Penelitian lainnya yaitu “Optimasi Jumlah Katalis KOH dan NaOH pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit” menjelaskan bahwa jumlah katalis NaOH yang dibutuhkan untuk memenuhi standar biodiesel adalah sedikit lebih rendah dibanding KOH untuk menghasilkan sifat fisik-kimia seperti viskositas, densitas, dan bilangan asam yang sesuai standar ASTM (Abdullah et al., 2010). Dengan demikian, NaOH sering lebih ekonomis dan lebih praktis digunakan dalam skala laboratorium dan industri bila kondisi reaksi dan kualitas bahan baku mendukung.

Analisis sampel dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi ester (C-O) dan (C=O) yang merupakan karakteristik dari biodiesel (Bhikuning dan Senda, 2020). Senyawa komponen penyusun biodiesel dari minyak kacang tanah dapat diketahui dengan analisis kualitatif menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) 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. Secara keseluruhan, keberhasilan proses transesterifikasi basa homogen bergantung pada pengendalian parameter proses seperti konsentrasi katalis, suhu, dan waktu reaksi. Pengoptimalan faktor-faktor tersebut mampu menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi dengan hasil uji



kimia yang sesuai standar internasional seperti ASTM D6751 dan EN . Dengan demikian, pemahaman mendalam mengenai mekanisme reaksi dan karakteristik katalis NaOH sangat penting untuk memperoleh rendemen biodiesel optimal serta memastikan proses berlangsung efisien, ekonomis, dan konsisten dalam sistem produksi berbasis minyak kacang tanah (Busyairi et al., 2020). Berdasarkan uraian di atas, penelitian dilakukan dengan pembuatan dan penentuan kondisi optimum biodiesel dari minyak Minyak Biji Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) melalui proses 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 pada penelitian ini yaitu:

1. bagaimana kondisi optimal proses transesterifikasi (suhu, waktu, dan konsentrasi katalis) dari biodiesel minyak biji kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.)?
2. berapa persen rendamen biodiesel yang dihasilkan pada kondisi optimal proses transesterifikasi biodiesel dari minyak biji kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.)?
3. bagaimana karakteristik fisika dan kimia biodiesel dari minyak biji kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.)?
4. apa jenis metil ester dominan penyusun biodiesel dari minyak biji kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) berdasarkan hasil analisis GC-MS?

## 1.3 Maksud dan Tujuan

### 1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini yaitu untuk mengoptimalkan proses transesterifikasi Minyak Biji Kacang Tanah menjadi biodiesel dengan menggunakan katalis basa NaOH, yaitu dengan mencari kondisi terbaik (suhu, waktu, dan konsentrasi katalis) yang menghasilkan rendemen biodiesel tertinggi dan kualitas terbaik.

### 1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. menentukan kondisi optimal proses transesterifikasi (suhu, waktu, dan konsentrasi katalis) dari biodiesel minyak biji kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.).
2. membuat biodiesel pada kondisi optimum dan menentukan persen rendamen biodiesel dari minyak biji kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.).
3. menganalisis karakteristik fisika dan kimia sampel biodiesel dari Minyak Biji Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.).



menentukan metil ester dominan penyusun biodiesel dari minyak biji kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) berdasarkan hasil analisis GC-MS.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini memberikan informasi terkait optimasi proses transesterifikasi biodiesel dari biji kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) dengan menggunakan katalis NaOH, hasil 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 pada penelitian ini adalah sampel Minyak Biji Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.), metanol P.a (Merck), etanol P.a (Merck), KOH P.a. (Merck), NaOH P.a (Merck),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% (Merck), KI (Merck),  $\text{KIO}_3$  (Merck), Iod (Merck), indikator fenolftalein (Merck), amilum (Merck), HCL 37% (Merck),  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (Merck),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Merck), dan akuades (Onelab).

#### 2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat gelas laboratorium, refluks, bulb, corong pisah, termometer, labu alas bulat, *magnetic stirrer*, neraca analitik (*Ohaus*), *hot plate*, buret, statif dan klem, instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) (Shimadzu), dan instrumen *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) (Shimadzu).

#### 2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2025. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik, Laboratorium Kimia Fisika dan Laboratorium Kimia Terpadu Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Penegtaahuan Alam Universitas Hasanuddin, serta Laboratorium Riset Departemen Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

#### 2.4 Prosedur Penelitian

##### 2.4.1 Optimasi Proses Transesterifikasi Biodiesel dari Minyak Biji Kacang Tanah

**Pengaruh suhu terhadap proses transesterifikasi.** Sampel Minyak Biji Kacang Tanah ditambahkan NaOH 1%wt pada metanol. Dipanaskan dengan variasi suhu (40, 60, dan 80) °C Direaksikan selama 60 menit. Kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan hingga terjadi dua fasa. Fasa bawah merupakan gliserol dan fasa atas merupakan biodiesel. Fasa atas dipanaskan hingga suhu 130 °C selama 10 menit untuk proses pemurnian.

**Pengaruh waktu terhadap proses transesterifikasi.** Sampel Minyak Biji Kacang Tanah hasil ditambahkan NaOH 1%wt pada metanol. Dipanaskan pada suhu 60 °C. Direaksikan dengan variasi selama 30, 60, dan 90 menit. Kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan hingga terjadi dua fasa. Fasa bawah merupakan gliserol dan fasa atas merupakan biodiesel. Fasa atas dipanaskan hingga suhu 130 °C selama 10 menit untuk proses pemurnian.

#### 2.4.2 Perhitungan Rendamen Biodiesel Hasil Transesterifikasi

$$\% \text{Rendamen} = \frac{\text{Massa Biodiesel}}{\text{Massa Minyak Biji Kacang Tanah}} \times 100 \quad (1)$$

**Analisis densitas pada biodiesel Minyak Biji Kacang Tanah.** 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 40 °C lalu dimasukkan ke dalam piknometer dan ditutup. Diperhatikan tidak ada gelembung dalam piknometer. Ditimbang kembali piknometer yang telah berisi sampel biodiesel. Nilai densitas dihitung menggunakan rumus pada persamaan 2: (Permana et al., 2020)

$$\rho_2 = \rho_1 \times \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \quad (2)$$

$\rho_1$  = Massa jenis akuades pada suhu 40 °C = 993 kg/m<sup>3</sup>

$\rho_2$  = Massa jenis biodiesel pada suhu 40 °C (kg/m<sup>3</sup>)

$m_0$  = Massa piknometer kosong (kg)

m1 = Massa piknometer berisi akuades 40 °C (kg)

$m_2$  = Massa piknometer berisi biodiesel 40 °C (kg)

**Analisis viskositas pada biodiesel Minyak Biji Kacang Tanah.** Pengujian densitas dilakukan berdasarkan SNI 04-7182-2015. Pengujian dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalirkan cairan dalam pipa kapiler. Sampel biodiesel dipanaskan terlebih dahulu hingga suhu 40 °C. Kemudian dimasukkan sebanyak 5 mL kedalam tabung viskometer, lalu dihitung waktu yang dibutuhkan cairan untuk mengalir dari batas atas sampai batas bawah



neter. Kemudian dilakukan perhitungan (hasil waktu dikonversi dalam Viskositas biodiesel dihitung berdasarkan rumus pada persamaan 3:

$$\text{Viskositas Biodiesel} = \eta \times \frac{\rho_2 \times t_2}{\rho_1 \times t_1} \quad (3)$$

Keterangan:

$\eta$  = Viskositas akuades pada suhu 40 °C = 0,656 mm<sup>2</sup>/s

$\rho_1$  = Massa jenis akuades pada suhu 40 °C

$\rho_2$  = Massa jenis biodiesel pada suhu 40 °C

$t_1$  = waktu yang diperlukan akuades mengalir (s)

$t_2$  = waktu yang diperlukan biodiesel mengalir (s)

### **Analisis kadar angka asam pada biodiesel minyak biji kacang tanah.**

Pengujian kadar angka asam dilakukan berdasarkan SNI 7182-2015. Pengujian angka asam dimulai dengan menimbang sampel sebanyak 2 g, lalu menuangkannya kedalam erlenmeyer. Pada analisis digunakan duplo. Etanol 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. Duplikasi data per sampel dilakukan selama proses ini dan dihitung menggunakan rumus pada persamaan 4: (Sahar et al. 2018).

$$\text{Angka Asam} = \frac{\text{Volume KOH} \times \text{N KOH} \times \text{Mr KOH}}{\text{Massa sampel (g)} \times 1000} \quad (4)$$

### **Analisis Angka Penyabunan pada biodiesel minyak biji kacang tanah.**

Pengujian Angka Penyabunan dilakukan berdasarkan ASTM D4067. Sampel sebanyak 1 g dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 100 mL, lalu dimasukkan KOH alkoholis 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. Hasil bilangan dihitung menggunakan rumus pada persamaan 5.

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{56,1 \times (B-C) \times N}{\text{massa sampel (g)}} \quad (5)$$

Dengan B adalah volume HCl 0,5 N yang dihabiskan pada titrasi blanko, dinyatakan dalam mililiter (mL); C adalah volume HCl 0,5 N yang dihabiskan pada titrasi percontoh, dinyatakan dalam mililiter (mL); N adalah konsentrasi eksak larutan HCl 0,5, dinyatakan dalam normalitas (N); m adalah berat percontoh, dinyatakan dalam gram (g).



**sis bilangan iodium pada biodiesel minyak biji kacang tanah.** Bilangan 1 ditentukan dengan cara titrasi. Biodiesel sebanyak 0,2 g dimasukkan dalam labu erlenmeyer 100 mL dan ditambahkan 5 mL HCL 5% sambil diaduk hingga homogen lalu ditutup dengan aluminium foil dan dididihkan selama 1 menit. Setelah didinginkan, larutan iodium 0,05 M ditambahkan ke dalam larutan sebanyak 15 mL lalu ditutup dengan segera dan dikocok. Kemudian dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat hingga berwarna kekuningan lalu ditambahkan 2-3 tetes larutan amilum 1% dan dititrasi kembali hingga larutan tidak berwarna. Dicatat volume penitar dan dihitung nilai bilangan iodiumnya menggunakan rumus pada persamaan 6.

$$\text{Bilangan Iodium} = \frac{(V_{\text{blanko}} - V_{\text{sampel}}) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{BE Iod}}{\text{Massa Sampel (g)}} \quad (6)$$

#### 2.4.4 Analisis Komponen Gugus Fungsi Biodiesel dengan FTIR

Pengujian FTIR dilakukan untuk melihat komponen gugus fungsi yang terdapat pada biodiesel. Gugus fungsi utama yang terdapat dalam biodiesel adalah gugus C=O dan C-O yang merupakan bagian dari metil ester. Selain itu metode FTIR ini juga sebagai metode yang cepat dan tepat untuk mengukur kandungan gugus fungsi yang terdapat pada biodiesel (Namwong dan Punsuvon, 2016).

#### 2.4.5 Analisis Kandungan Asam Lemak Biodiesel dengan GC-MS

Komposisi kimia dari biodiesel yang disintesis ditentukan menggunakan analisis *Gas Cromatografy-Mass Spectrometry* (GC-MS) (Efavi et al., 2018). Analisis GC-MS atau *Gas Cromatografy-Mass Spectrometry* merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisis senyawa yaitu kromatografi gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa. Metode ini mampu memberikan informasi turunan asam lemak dalam sampel (Busyairi et al., 2020).