

INOVASI PROSES PRODUKSI BIODIESEL BERBASIS CAMPURAN LEMAK HEWANI DAN LEMAK NABATI LIMBAH CAIR SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN

INNOVATIVE PRODUCTION PROCESS OF BIODIESEL FROM A MIXTURE OF ANIMAL AND VEGETABLE FATS DERIVED FROM LIQUID WASTE AS AN ECO-FRIENDLY ALTERNATIVE ENERGY SOURCE

Rahma Nuryanti¹, Dian Kurnia Sari² dan Anju Aristata

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Analisis Laboratorium Minyak dan Gas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia
Corresponding Author E-mail: rahmanuryanti@pap.ac.id dan dian_ks@pap.ac.id

Abstract: The escalating energy demand due to population and industrial growth has triggered the search for environmentally friendly alternative fuels. Biodiesel is a promising solution because it is renewable, biodegradable, and has low-emission. This study was intended to produce biodiesel from a mixture of used cooking oil and broiler chicken skin fat, and to test its quality based on Cetane Index, Density, Kinematic Viscosity, and Pour Point parameters. This research was conducted at “BBM” (fuel) Laboratory of Akamigas Polytechnic of Palembang from April to May 2025. The process began with chicken fat extraction, refining used cooking oil, and mixing three variation (A: 20:80, B: 40:60, C: 60:40) before transesterification using NaOH and methanol. Test results showed that all variations met the SNI 7182:2015 biodiesel quality standards. Variations A produced the best quality with high Cetane Index (50,1), Density of 856 kg/m³, Viscosity of 4,80 mm²/s, and Pour Point of 13°C. This research pointed out that used cooking oil and broiler chicken skin waste had to potential to be used as efficient and sustainable biodiesel raw materials.

Keywords: Biodiesel, Biodegradable, Transesterifikasi.

Abstrak: Kebutuhan energi yang terus meningkat akibat pertumbuhan populasi dan industri mendorong pencarian alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan. Biodiesel menjadi solusi menjanjikan karena bersifat terbarukan, biodegradable, dan rendah emisi. Penelitian ini bertujuan memproduksi biodiesel dari campuran minyak jelantah dan lemak kulit ayam broiler, serta menguji kualitasnya berdasarkan parameter Cetane Index, Density, Viskositas Kinematik, dan Pour Point. Penelitian dilakukan di Laboratorium BBM Politeknik Akamigas Palembang pada April–Mei 2025. Proses dimulai dengan ekstraksi lemak ayam, pemurnian minyak jelantah, dan pencampuran tiga variasi (A: 20:80, B: 40:60, C: 60:40) sebelum dilakukan transesterifikasi menggunakan NaOH dan metanol. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi memenuhi standar mutu biodiesel SNI 7182:2015. Variasi A menghasilkan performa terbaik dengan Cetane Index tinggi (50,1), Densitas 856 kg/m³, Viskositas 4,80 mm²/s, dan Pour Point 13°C. Penelitian ini membuktikan bahwa limbah minyak jelantah dan kulit ayam broiler berpotensi sebagai bahan baku biodiesel yang efisien dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Biodiesel, Biodegradable, Transesterifikasi.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi global, khususnya bahan bakar minyak (BBM), terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil seperti solar tidak hanya menimbulkan ancaman terhadap keberlanjutan energi jangka panjang, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan polusi udara dan emisi gas rumah kaca (Jazuli dan Wibowo, 2023).

Biodiesel menjadi salah satu alternatif bahan bakar terbarukan yang potensial karena bersifat biodegradable, tidak beracun, memiliki tingkat polutan yang rendah, serta mampu menghasilkan pembakaran yang lebih efisien berkat kandungan oksigennya yang tinggi. Bahan baku biodiesel dapat berasal dari sumber nabati seperti tanaman dan buah, maupun sumber hewani seperti kulit ayam dan kulit sapi. Namun, produksi biodiesel berbasis lemak hewani masih terbatas akibat keterbatasan pasokan bahan baku (Nguyen, 2023).

Kulit ayam *broiler* merupakan salah satu limbah hasil industri unggas yang memiliki kandungan lemak cukup tinggi dan berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel. Jenis ayam ini memiliki pertumbuhan cepat dan menghasilkan daging dengan kandungan lemak lebih tinggi dibandingkan ayam kampung. Menariknya, sebagian besar lemak dalam kulit ayam *broiler* merupakan lemak tak jenuh yang tergolong sebagai lemak baik (Ngitung dan Ramadhan Umar, 2022).

Selain itu, minyak jelantah juga menjadi bahan baku alternatif yang menjanjikan karena ketersediaannya melimpah serta mampu mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah minyak goreng. Proses konversi minyak jelantah menjadi biodiesel dilakukan melalui reaksi transesterifikasi, yang mengubah trigliserida menjadi metil ester dan gliserol sebagai produk sampingan. Namun, kandungan asam lemak bebas dan air yang tinggi dalam minyak jelantah dapat menyebabkan reaksi penyabunan, sehingga diperlukan tahap pra-perlakuan sebelum proses utama dilakukan (Azzahro dan Broto, 2021; Hananto dan Rosdiana, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biodiesel dari campuran lemak kulit ayam *broiler* dan minyak jelantah dengan menguji beberapa parameter mutu, yaitu *Cetane Index* (ASTM D-4737), *Density* (ASTM D-1298), *Viskositas Kinematik* (ASTM D-445), dan *Pour Point* (ASTM D-97). Hasil penelitian diharapkan dapat menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar spesifikasi biodiesel dan layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif ramah lingkungan pada mesin diesel.

1.2 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui kualitas Biodiesel yang dihasilkan dari bahan baku lemak hewani (kulit ayam) dicampur dengan Minyak Jelantah. Untuk mengetahui nilai karakteristik Biodiesel yang dihasilkan berdasarkan parameter uji *Cetane Index* ASTM D-4737,

Density ASTM D-1298, *Viskositas Kinematik* ASTM D-445 dan *Pour Point* ASTM D-97.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 21 April 2025 sampai 5 Mei 2025 di Laboratorium BBM Politeknik Akamigas Palembang. Untuk pengambilan bahan baku kulit ayam *broiler* didapat dari Pasar Induk Jakabaring, Kota Palembang. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 21 April 2025 sampai 5 Mei 2025 di Laboratorium BBM Politeknik Akamigas Palembang. Untuk pengambilan bahan baku kulit ayam *broiler* didapat dari Pasar Induk Jakabaring, Kota Palembang.

2.2 Alat dan Bahan

a. Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain:

1. Labu Leher Tiga,
2. Pengaduk,
3. Termometer,
4. Oven,
5. Corong Pemisah,
6. *Stopwatch*,
7. *Hot Plate*,
8. Penyangga,
9. Kondensor,
10. Cawan,
11. Desikator,
12. Timbangan Analitik,
13. *Beaker Glass*,
14. Corong,
15. Gelas Ukur,
16. *Erlenmeyer*,
17. Pipet Ukur,
18. *Magnetic Stirrer*,
19. Labu Pemisah, dan
20. Buret.

b. Bahan

Bahan yang digunakan antara lain:

1. Natrium Hidroksida (NaOH) 0,1 N,
2. Aquadest,
3. Minyak Jelantah,
4. Minyak Kulit Ayam *Broiler*.
5. Metanol, dan
6. Indikator Phenolftaleinjudul.

2.3 Prosedur Kerja

Ekstraksi lemak kulit ayam *broiler*:

- Kulit ayam *broiler* dibersihkan dan dicuci sampai bersih untuk menghilangkan kotoran-kotoran dan sisa-sisa lainnya..
- Kemudian dipotong-potong menjadi bentuk yang kecil-kecil, kemudian letakkan di dalam *beaker glass*.
- Sampel dimasukkan ke dalam *oven* dan atur suhunya (75°C).
- Biarkan selama 6 jam sampai jaringan lemaknya mencair.
- Setelah mencair, lemak yang sudah jadi kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang baru menggunakan pipet ukur.

2.4 Prosedur Pencampuran Sampel Minyak Jelantah dengan Ekstrak Kulit Ayam Broiler

Proses pencampuran antara minyak jelantah dan ekstrak kulit ayam broiler bertujuan untuk memanfaatkan kandungan lemak dari kedua bahan sebagai trigliserida dalam pembuatan biodiesel. Langkah-langkah pencampuran secara sistematis untuk memperoleh homogenitas campuran yang optimal sebelum transesterifikasi.

A. Persiapan Bahan

Minyak jelantah : Disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran padat dan kemudian dipanaskan hingga suhu 60°C untuk mengurangi kadar air.

Ekstrak kulit ayam *broiler* : Kulit ayam dibersihkan, dikeringkan, dan diekstrak menggunakan metode *rendering* panas hingga diperoleh lemak cair murni. Lemak disaring dan disimpan dalam wadah tertutup.

B. Komposisi Campuran

Tiga variasi campuran minyak jelantah dan ekstrak kulit ayam dilakukan untuk melihat pengaruh perbandingan terhadap hasil biodiesel

C. Prosedur Pencampuran

- Masing-masing jenis minyak ditimbang sesuai komposisi
- Campuran dimasukkan ke dalam labu *Erlenmeyer* dan dipanaskan perlahan di atas *hotplate stirrer* pada suhu 60-70°C.

- Campuran diaduk secara konstan selama ± 30 menit untuk memperoleh larutan yang homogen.
- Setelah tercampur sempurna, campuran dibiarkan dingin pada suhu ruang sebelum dilanjutkan ke tahap transesterifikasi.

2.5 Uji Sifat Fisik dan Kimia Lemak Kulit Ayam Broiler

Lemak kulit ayam broiler yang sudah dilakukan ekstraksi selanjutnya dianalisa sifat fisik dan kimianya yaitu kadar air lemak dan asam lemak bebas (FFA)

Penentuan kadar air lemak kulit ayam broiler:

- Ambil cawan porselin kering lalu ditimbang berat keringnya di neraca analitik (W_1)
- Lalu dimasukkan sampel sebanyak 5 gr lalu ditimbang (W_2)
- Masukkan ke dalam *oven* selama 4 jam dengan suhu 110°C
- Setelah itu, dinginkan di dalam desikator, lalu ditimbang beratnya (W_3)
- Kemudian hitung berapa persen kadar air lemaknya.

$$\text{Kadar Air(\%)} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$$

Dimana:

- W_1 = berat cawan kosong (g)
 W_2 = berat cawan + sampel (g)
 W_3 = berat cawan setelah di *oven* (g)

2.6 Penentuan Free Fatty Acid (FFA)

Penentuan *Free Fatty Acid* sebagai berikut:

- Apabila asam lemak bebas > 5% proses esterifikasi dengan katalis asam pekat dan dilanjutkan dengan proses transesterifikasi.
- Apabila asam lemak bebas < 5% maka langsung dilakukan proses transesterifikasi. Tahap pengujian FFA (*Free Fatty Acid*) :
- Ambil lemak ayam *broiler* sebanyak 5 g lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer
- Kemudian tambahkan 50 ml metanol dan lalu campurkan ke dalam lemak kulit ayam *broiler*.

5. Lalu panaskan sampai asam lemaknya larut.
6. Setelah itu, dinginkan dan kemudian di titrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N dengan indikator pp sampai menghasilkan warna merah muda.
7. Kemudian hitung kadar asam lemak bebasnya

$$\% FFA = \frac{25,6 \frac{g}{mol} \times V \times N}{m}$$

2.7 Proses Transestrifikasi

Transesterifikasi adalah proses di mana gugus ester (trigliserida) digantikan oleh ester lain atau diubah menjadi bentuk ester dari asam-asam lemak, yang menghasilkan alkil ester, yang dimana digunakan untuk mengonversi lemak (trigliserida) menjadi biodiesel.

1. Ambil larutan NaOH 1% (4% berat minyak atau sekitar 6,4 ml) dilarutkan kedalam metanol sebanyak 40 ml sehingga membentuk larutan metoksida.
2. Lalu panaskan dengan suhu 60 °C
3. Ambil kulit ayam broiler sebanyak 160 ml dan tambahkan larutan metoksida yang kemudian dipanaskan ke dalam labu leher tiga dengan suhu 60°C.
4. Kemudian pengaduk dinyalakan pada labu leher tiga.
5. Reaksi yang dijalankan selama 60 menit atau 1 jam
6. Setelah reaksi dilakukan, produk dimasukkan ke dalam corong pisah.
7. Lalu biarkan selama 12 jam agar pemisahan dapat sempurna (lapisan atas adalah biodiesel dan lapisan bawah adalah gliserol)
8. Lapisan biodiesel dipisahkan dan dipanaskan pada suhu 70°C agar metanol menguap.

2.8 Proses Pencucian

Pencucian dilakukan dengan proses berikut:

1. Panaskan air hingga suhu 60 °C
2. Selanjutnya biodiesel campurkan dengan air yang sudah dipanaskan tadi dengan 60 °C.
3. Kemudian diamkan beberapa menit sampai suhu sama dengan lingkungan sekitar.

4. Setelah suhu sama dengan lingkungan sekitar, masukkan ke dalam corong pisah hingga membentuk dua lapisan (lapisan air dibagian bawah) dan diamkan selama 24 jam.
5. Air pencucian yang terbentuk di bagian lapisan bawah dan bagian atasnya berupa minyak yang telah dicuci.
6. Kemudian panaskan biodiesel pada suhu 40-45 °C selama 15 menit.
7. Lalu dinginkan biodiesel hingga suhu yang sama pada lingkungan sekitar.
8. Ulangi proses pencucian tersebut hingga air pencucian berwarna bening.

2.9 Uji Karakteristik

a. Cetane Index ASTM D-4737

Pengukuran angka setana menggunakan peralatan CFR sering kali dianggap sulit dan mahal. Oleh karena itu, banyak laboratorium memilih untuk menggunakan metode korelasi. Salah satu cara yang umum digunakan adalah dengan menghitung indeks setana terhitung (CCI). Terdapat dua metode pengujian korelasi setana yang dapat diterapkan, yaitu ASTM D-976 dan ASTM D-4737. Kedua metode ini didasarkan pada proses distilasi dan pengukuran densitas sesuai dengan ASTM D-86.

Berikut adalah langkah-langkah yang perlu diikuti:

1. Menentukan densitas bahan bakar: langkah pertama adalah mengukur densitas bahan bakar menggunakan metode D-1298.
2. Melakukan distilasi: Selanjutnya, lakukan proses distilasi untuk menentukan persentase pemulihan pada 10%, 50%, dan 90% pada suhu bahan bakar, sesuai dengan prosedur yang ditetapkan dalam metode D-86.

b. Density ASTM D-1298

1. Pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan piknometer.
2. Timbang piknometer kosongnya.
3. Selanjutnya masukkan sampel ke dalam piknometer kosong sampai bagian atas

piknometer kosong.

4. Lalu tutup piknometer dengan penutupnya dan timbang.
5. Dan catat massa piknometer kosong, massa piknometer terisi dan volume piknometer, kemudian hitung densitas dengan rumus nya dibawah ini.

c. Viskositas Kinematik ASTM D-445

1. Siapkan peralatan yang diperlukan, yaitu viskometer kapiler, *water bath*, *thermometer*, *stopwatch*, dan sampel biodiesel.
2. Atur suhu *water bath* pada 40°C sesuai ketentuan dalam SNI 7182:2015, lalu tunggu hingga suhu stabil.
3. Isi viskometer dengan sampel biodiesel sampai batas volume yang ditentukan, pastikan tidak ada gelembung udara.
4. Masukkan viskometer berisi sampel ke dalam *water bath* dan biarkan selama 10 menit untuk memastikan suhu sampel sama dengan suhu pengujian.
5. Setelah suhu stabil, ukur waktu alir biodiesel dari tanda atas ke tanda bawah viskometer menggunakan *stopwatch*.
6. Lakukan pengukuran waktu alir minimal dua kali dan ambil nilai rata-rata jika hasilnya tidak berbeda lebih dari 0,5%.
7. Kemudian hitung viskositas kinematik dengan rumus:

$$\text{Viskositas Kinematik} = C \times t$$

Dimana:

C = konstanta viskometer (dalam mm^2/s^2)

T = waktu alir rata-rata (dalam detik)

d. *Pour Point* ASTM D-97

1. Sampel biodiesel sebanyak ± 50 ml dimasukkan ke dalam tabung uji bersih dan kering.
2. Tabung didinginkan bertahap menggunakan *cooling bath* dengan penurunan suhu 3°C setiap 3 menit.
3. Pada tiap tahap pendinginan, tabung diangkat secara horizontal selama 5 detik untuk mengamati aliran sampel.

4. Suhu saat biodiesel berhenti mengalir ditetapkan sebagai *pour point*.

5. Hasil pengujian dibandingkan dengan standar SNI 7182:2015, yaitu batas maksimum 18°C.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Komposisi Awal

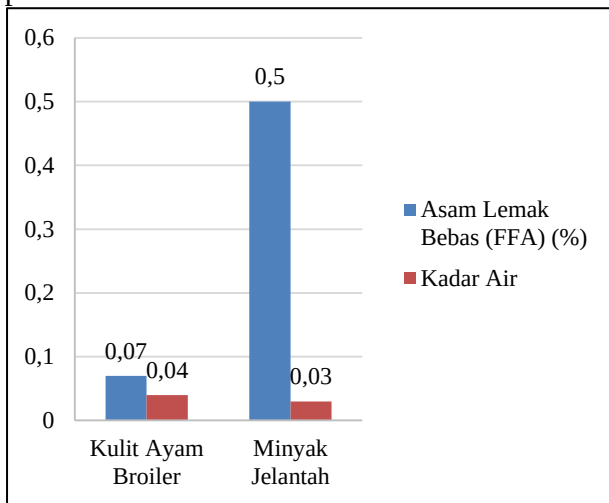
Uji komposisi awal dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal dari masing – masing bahan baku, yaitu minyak kulit ayam broiler dan minyak jelantah, sebelum dilakukan proses transesterifikasi. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa kedua bahan memenuhi syarat dasar untuk diolah menjadi biodiesel, serta untuk menentukan parameter penting seperti kadar air, kadar asam lemak (FFA), dan viskositas yang dapat memengaruhi proses dan hasil akhir biodiesel. Berikut tabel 3.1 data hasil kadar air dan kadar asam lemak bebas (FFA) minyak kulit ayam dan minyak jelantah :

Tabel 3.1 Data Hasil Analisa (FFA) Asam Lemak

Komponen	Asam Lemak Bebas (FFA) (%)	Kadar Air (%)
Kulit Ayam Broiler	0,07	0,04
Minyak Jelantah	0,5	0,03

Berdasarkan grafik pengujian diatas, kadar asam lemak bebas (FFA) pada minyak jelantah mencapai 0,5 %, sedangkan kulit ayam broiler hanya sebesar 0,07%. Mengacu pada SNI 7182:2015, batas maksimum kadar FFA untuk biodiesel adalah maksimal 1%, sehingga kedua bahan baku ini masih dinyatakan on spec. Namun, nilai FFA yang lebih rendah pada kulit ayam menunjukkan kestabilan bahan yang lebih baik dan meminimalkan risiko pembentukan sabun dalam proses transesterifikasi. Sementara itu, kadar air pada minyak jelantah adalah 0,03%, dan pada kulit ayam 0,04%. Menurut SNI 7182:2015, kadar air yang diperbolehkan maksimal adalah 0,05%, sehingga kedua

bahan juga memenuhi persyaratan spesifikasi atau masuk kategori on spec. Rendahnya kadar air ini sangat penting untuk mencegah terjadinya reaksi samping yang dapat mengganggu hasil akhir biodiesel. Secara keseluruhan, baik minyak jelantah maupun kulit ayam broiler memenuhi spesifikasi SNI 7182:2015 untuk kadar FFA dan kadar air, namun kulit ayam dinilai lebih unggul karena memiliki nilai yang lebih rendah pada kedua parameter tersebut.



Gambar 3.1 Grafik Hasil Pengujian Asam Lemak Bebas (FFA) dan Kadar Air

3.2 Blending

Proses *blending* adalah pencampuran antara bahan baku minyak kulit ayam *broiler* dan minyak jelantah pencampuran dilakukan dengan variasi *blending* berdasarkan persentase minyak kulit ayam dan minyak jelantah. Berikut tabel 3.2 variasi *blending*.

Tabel 3.2 Variasi *Blending*

Komponen	Komposisi (%)		
Pencampuran	A (20 : 80)	B (40 : 60)	C (60 : 40)
Minyak Kulit Ayam <i>Broiler</i>	20	40	60
Minyak Jelantah	80	60	40

Berdasarkan tabel 3.2, variasi *blending* I menggunakan 20 % minyak ayam *broiler* dengan campuran 80 % minyak jelantah, variasi *blending* II menggunakan 40 % minyak ayam *broiler* dengan campuran 60 % minyak jelantah, variasi *blending* III menggunakan 60

% dengan campuran 40 % minyak jelantah. Pemilihan variasi *blending* antara minyak kulit ayam *broiler* dan minyak jelantah dengan komposisi 20 : 80; 40 : 60; dan 60 : 40 dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh proporsi bahan baku terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan. Rentang variasi tersebut dianggap mewakili komposisi rendah hingga tinggi secara efisien dan relevan secara teknis maupun ekonomis. Dengan metode ini, diharapkan dapat diperoleh formulasi campuran yang optimal untuk menghasilkan biodiesel yang memenuhi standar mutu.

3.3 Tahap Transesterifikasi

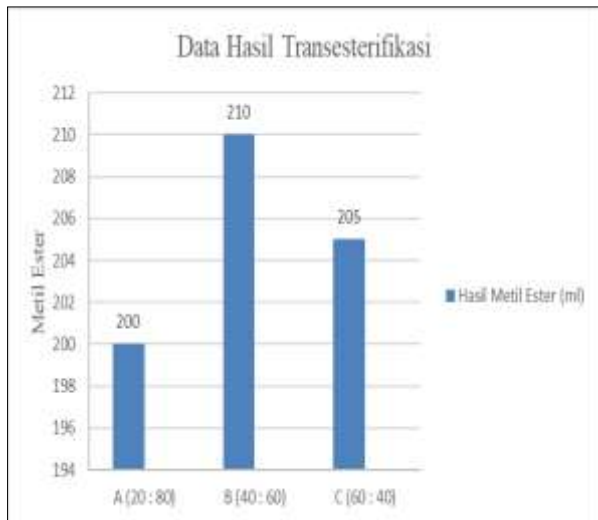
Tahap transesterifikasi merupakan salah satu proses dalam pembuatan biodiesel, dimana trigliserida yang terdapat dalam minyak kulit ayam *broiler* dan minyak jelantah bereaksi dengan alkohol (metanol) dengan bantuan katalis basa (NaOH) untuk menghasilkan metil ester (biodiesel) dan gliserol sebagai produk samping. Proses ini dilakukan setelah bahan baku melalui tahap penyaringan dan pengujian komposisi awal, dengan tujuan mengubah struktur kimia lemak dan minyak menjadi senyawa ester yang memiliki sifat serupa dengan bahan bakar diesel. Berikut ini tabel yang menunjukkan hasil transesterifikasi dari ke tiga variasi dengan penambahan metanol 40 ml dan NaOH 10ml seperti pada tabel 4.3 data hasil transesterifikasi.

Tabel 3.3 Data Hasil Transesterifikasi

Variasi	Hasil Metil Ester (ml)
A (20 : 80)	200
B (40 : 60)	210
C (60 : 40)	205

Berdasarkan hasil grafik, variabel campuran B (40% lemak ayam dan 60% minyak jelantah) menghasilkan volume metil ester tertinggi sebesar 210 ml, sehingga menunjukkan bahwa perbandingan tersebut merupakan yang paling optimal dalam proses transesterifikasi. Sementara itu, variabel A (20:80) memberikan hasil terendah sebesar 200 ml, dan variabel C (60:40) menghasilkan 205 ml. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan lemak ayam

di atas 40% justru menurunkan volume hasil, sedangkan peningkatan minyak jelantah hingga rasio 60% masih memberikan hasil yang baik sebelum akhirnya menurun.



Gambar 3.2 Grafik Data Hasil Transesterifikasi

3.4 Uji Analisa Biodiesel

3.4.1 Analisa *Density* (ASTM-1298)

Pengujian *density* atau kerapatan dilakukan untuk mengetahui massa jenis biodiesel yang dihasilkan dari berbagai variasi campuran minyak kulit ayam *broiler* dan minyak jelantah. Pengujian ini penting karena *density* memengaruhi sifat pembakaran dan performa mesin saat biodiesel digunakan sebagai bahan bakar.

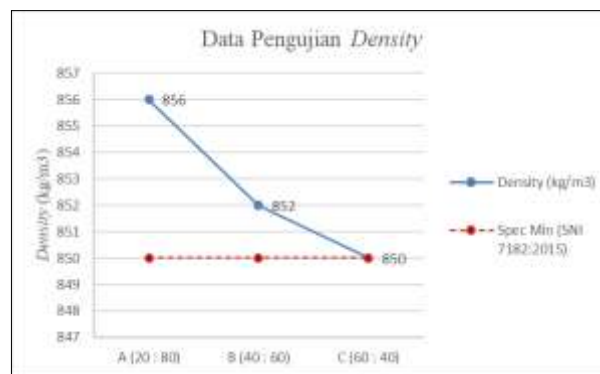
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran *Density*

Variasi	<i>Density</i> (kg/m ³)	SNI <i>Density</i> Biodiesel (kg/m ³)	Keterangan
Variasi A (20 : 80)	856	850-890	On Spec.
Variasi B (40 : 60)	852		
Variasi C (60 : 40)	850		

Pengujian dilakukan pada suhu ruang menggunakan alat piknometer (atau alat sesuai yang digunakan), kemudian hasilnya dibandingkan dengan nilai berdasarkan standar SNI 7182:2015 untuk menilai kelayakan

biodiesel sebagai bahan bakar alternatif. Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian *density* dengan volume 50 ml dan temperatur (°F) (Hadrah, et.al., 2018)

Berdasarkan hasil pengujian *density* terhadap sampel biodiesel dari tiga variasi campuran minyak kulit ayam *broiler* dan minyak jelantah, diperoleh bahwa seluruh sampel berada dalam rentang standar mutu yang ditetapkan oleh SNI 7182:2015, yaitu sebesar 850-890 kg/m³. Pada variasi A (20% minyak kulit ayam : 80% minyak jelantah), diperoleh nilai *Density* sebesar 856 kg/m³, yang menunjukkan bahwa dominasi minyak jelantah memberikan kontribusi terhadap nilai *Density* yang tinggi dan stabil. Sementara itu, pada variasi B (40% : 60%), *Density* yang dihasilkan adalah 852 kg/m³, menandakan bahwa meskipun proporsi minyak kulit ayam meningkat, *Density* biodiesel masih dapat dipertahankan di dalam batas aman. Untuk variasi C (60% minyak kulit ayam : 40% minyak jelantah), nilai *Density* yang diperoleh adalah 850 kg/m³, atau tepat pada batas bawah standar. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin besar proporsi minyak kulit ayam dalam campuran akan menurunkan *Density* biodiesel, karena sifat fisiknya yang lebih ringan dibanding minyak jelantah.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Analisa *Density*

Hasil pengujian densitas biodiesel menunjukkan bahwa variasi A memiliki nilai tertinggi sebesar 856 kg/m³, diikuti variasi B sebesar 852 kg/m³, dan variasi C sebesar 850 kg/m³. Seluruh variasi memenuhi standar SNI 7182:2015 dengan rentang 850–890 kg/m³. Penurunan densitas seiring meningkatnya

kandungan minyak jelantah disebabkan oleh massa jenis minyak jelantah yang lebih rendah dibandingkan lemak ayam. Dengan demikian, seluruh sampel dinyatakan sesuai standar, di mana variasi A menunjukkan kestabilan densitas terbaik, sedangkan variasi C berada mendekati batas bawah namun tetap layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

3.4.2 Analisa *Pour Point* (ASTM D-97)

Analisa ini bertujuan untuk menentukan suhu terendah di mana biodiesel masih dapat mengalir dengan baik tanpa membeku. Parameter ini sangat penting untuk menilai seberapa stabil biodiesel saat digunakan di lingkungan yang dingin. Jika nilai *pour point* terlalu tinggi, bahan bakar dapat membeku di saluran mesin, sehingga pengujian ini diperlukan untuk memastikan biodiesel tetap stabil dan aman digunakan dalam berbagai kondisi suhu. Berikut adalah Tabel 4.2 yang menunjukkan hasil dari pengujian *pour point*.

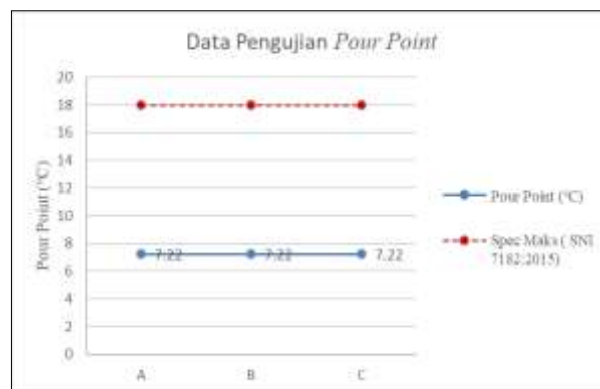
Tabel 4.2 Data Hasil Analisa *Pour Point*

Variasi	Density (kg/m ³)	<i>Pour Point</i> (°C)	SNI	Keterangan
Variasi A (20 : 80)	45°F	7,22	(≤ 18 °C)	<i>On Spec.</i>
Variasi B (40 : 60)	45°F	7,22		
Variasi C (60 : 40)	45°F	7,22		

Pengujian *pour point* menunjukkan bahwa seluruh variasi biodiesel (A, B, dan C) memiliki nilai sama, yaitu 45°F atau 7,22°C. Nilai ini berada di bawah batas maksimum SNI 7182:2015 (18°C), sehingga seluruh sampel dinyatakan memenuhi spesifikasi (*on spec*).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi biodiesel, termasuk variasi A, B, dan C, memiliki nilai *Pour Point* yang sama, yaitu 7,22°C. Nilai ini berada di bawah batas minimum spesifikasi acuan sebesar 18°C, sehingga seluruh sampel memenuhi

standar yang ditetapkan. Kesamaan nilai tersebut mengindikasikan bahwa perbedaan komposisi bahan baku tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kemampuan biodiesel untuk tetap mengalir pada suhu rendah.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Analisa *Pour Point*

Stabilitas *pour point* menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan memiliki kestabilan fisik pada suhu ruang dan aman digunakan di iklim tropis seperti Indonesia. Namun, untuk daerah bersuhu di bawah 7,22°C, diperlukan aditif atau perlakuan khusus guna menurunkan titik bekunya. Secara keseluruhan, seluruh variasi biodiesel memenuhi standar mutu *pour point* dan layak digunakan di wilayah beriklim sedang hingga hangat.

3.4.3 Analisa Cetane Index (ASTM D-4737)

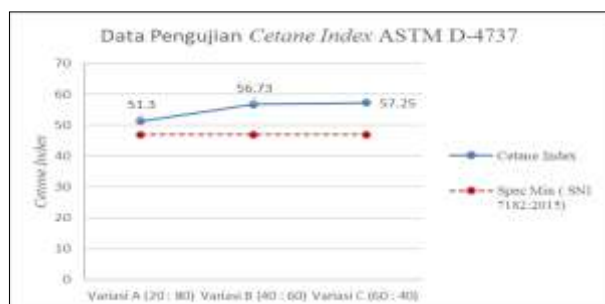
Pengujian *Cetane Index* dilakukan untuk menilai kemampuan biodiesel menyala secara spontan di ruang bakar mesin diesel, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kualitas pembakaran yang lebih baik. Perhitungannya didasarkan pada parameter densitas dan titik didih awal (IBP), kemudian dibandingkan dengan standar SNI 7182:2015 guna memastikan kesesuaian biodiesel terhadap spesifikasi bahan bakar diesel.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi campuran biodiesel A (20:80), B (40:60), dan C (60:40) memiliki *Cetane Index* di atas batas minimum ASTM D-4737 (≥ 47), masing-masing sebesar 51,3; 56,73; dan 57,25. Ketiga variasi tergolong *On Spec.*, menandakan bahwa rasio campuran minyak

kulit ayam broiler dan minyak jelantah tidak menurunkan kualitas pembakaran biodiesel. Peningkatan proporsi minyak kulit ayam cenderung meningkatkan nilai setana karena tingginya kandungan senyawa jenuh pada lemak hewani, yang berperan dalam memperbaiki karakteristik pembakaran pada mesin diesel.

Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran *Cetane Index*

Variasi	IBP (°C)	T10 (°C)	T50 (°C)	Cetane Index (°C)	Spek. Cetane Index SNI 7182 : 2015 (≥ 47)
A (20 : 80)	260	275	300	51,3	On Spec.
B (40 : 60)	305	320	335	56,73	
C (60 : 40)	308	323	337	57,25	



Gambar 4.1 Grafik Analisa *Cetane Index*

Berdasarkan grafik hubungan antara parameter distilasi (IBP, T10, dan T50) dengan *Cetane Index*, terlihat bahwa peningkatan suhu distilasi berbanding lurus dengan kenaikan nilai indeks setana. Perhitungan mengikuti metode ASTM D4737, yang menggunakan data titik didih awal dan menengah untuk menilai kualitas pembakaran biodiesel. Variasi A dengan suhu distilasi lebih rendah (IBP 260°C, T10 275°C, T50 300°C) menghasilkan *Cetane Index* 51,3, sedangkan variasi B (305°C, 320°C, 325°C) sebesar 56,73, dan variasi C (308°C, 323°C, 337°C) mencapai 57,25. Nilai setana yang lebih tinggi menunjukkan pembakaran lebih cepat dan bersih, sehingga variasi C memiliki performa

terbaik dalam karakteristik pembakaran dan efisiensi mesin.

3.4.4 Analisa Viskositas Kinematik (ASTM D-445)

Pengujian viskositas kinematik bertujuan untuk mengukur seberapa mudah biodiesel mengalir pada suhu tertentu. Sifat kekentalan ini sangat berpengaruh terhadap sistem bahan bakar, terutama dalam proses injeksi dan pembakaran di mesin diesel. Oleh karena itu, pengujian viskositas menjadi penting untuk memastikan bahwa biodiesel yang dihasilkan memiliki karakteristik fluida yang sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan.

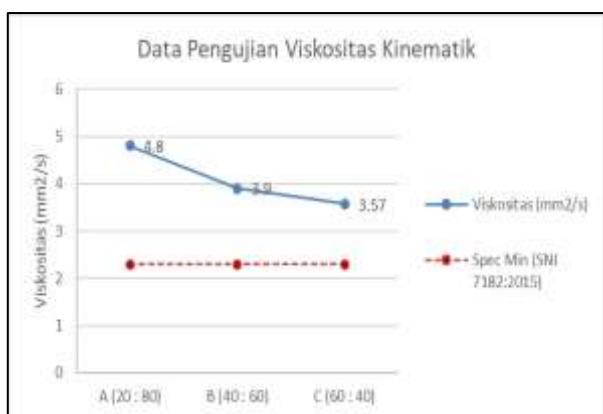
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Viskositas Kinematik ASTM D-445

Variasi	Waktu (detik)	Viskositas (mm ² /s)	SNI 7182:2015	Keterangan
A (20 : 80)	160	4,80	2,3-6,0	On Spec.
B (40 : 60)	130	3,90		
C (60 : 40)	119	3,57		

Hasil uji viskositas kinematik pada ketiga variasi biodiesel menunjukkan nilai masing-masing sebesar 4,80 mm²/s (variasi A), 3,90 mm²/s (variasi B), dan 3,57 mm²/s (variasi C), yang dihitung berdasarkan waktu alir menggunakan viskosimeter dengan konstanta 0,03 mm²/s². Seluruh hasil berada dalam batas standar viskositas kinematik untuk biodiesel menurut SNI 7182:2015 dan ASTM D445, yaitu antara 2,3 hingga 6,0 mm²/s. Oleh karena itu, seluruh campuran biodiesel dinyatakan sesuai spesifikasi dan layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada grafik, variasi A memiliki nilai viskositas sebesar 4,8 mm²/s, variasi B sebesar 3,9 mm²/s, dan variasi C sebesar 3,57 mm²/s. Mengacu pada standar SNI 7182:2015, kisaran viskositas biodiesel yang memenuhi

spesifikasi berada antara 2,3–6,0 mm²/s, sehingga seluruh sampel masih tergolong *on specification*. Penurunan nilai viskositas pada variasi B dan C menunjukkan bahwa peningkatan proporsi minyak jelantah dalam campuran menyebabkan biodiesel menjadi lebih encer.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Analisa Viskositas Kinematik ASTM D-445

Hal ini dikarenakan minyak jelantah memiliki karakteristik fluida yang lebih rendah dibandingkan lemak ayam *broiler*. Secara keseluruhan, ketiga variasi biodiesel memenuhi persyaratan viskositas standar, dengan variasi A menunjukkan tingkat kekentalan tertinggi dan variasi C terendah, namun semuanya tetap berada dalam rentang aman untuk diaplikasikan sebagai bahan bakar alternatif.

5. PENUTUP

Dari pembahasan tersebut, maka dapat disimpulkan:

1. Dari seluruh sampel bahan baku minyak kulit ayam dan minyak jelantah di variasikan perbandingan bahan baku (variabel pencampuran A, B, dan C) menunjukkan hasil uji mutu yang sesuai dengan standar SNI 7128:2015. Parameter viskositas kinematik, *Cetane Index*, *Pour Point*, dan densitas semuanya berada dalam batas yang ditetapkan, menandakan bahwa biodiesel yang dihasilkan memiliki karakteristik layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif
2. Di antara ketiga formulasi, Variabel A

(komposisi 20% minyak kulit ayam *broiler* dan 80% minyak jelantah) memberikan kinerja paling optimal. Hal ini ditunjukkan oleh nilai viskositas yang stabil (4,80 mm²/s), *Cetane Index* yang tinggi (IBP 260°C, T10 275°C, dan T50 300°C), serta *Pour Point* yang rendah (7,22°C), sehingga menjadikannya sebagai pilihan formulasi terbaik dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Anggraeni. 2021. *Strategi Pemuliaan Untuk Perbaikan Produktivitas Ternak Lokal*. Prosiding Seminar Teknologi dan Agribisnis Peternakan VIII Fakultas Peternakan UNSOED, Vol. 565, pp. 24–25.
- H. Hadrah, D. Astuti, and H. Fattah. 2018. *Analisis Sifat Fisika dan Kimia Biodiesel Dari Minyak Jelantah Sebagai Alternatif Bahan Bakar*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 7, No. 1, pp. 21–28, 2018
- M. Busyairi, A. Z. Muttaqin, I. Meicahyanti, and S. Saryadi. 2020. *Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi*. Jurnal Serambi Engineering, Vol. 5, No. 2, pp. 933–940.
- R. Ngitung and M. F. R. Umar. 2022. *Penurunan Kadar Lemak dan Kolesterol Ayam Broiler (Cet 1)*, Makassar: Global Research and Consulting Institute (Global-RCI). ISBN: 978-623-6393-33-6.
- U. L. Azzahro and W. Broto. 2021. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara Sebagai Katalis CaO Pada Pembuatan Biodiesel Minyak Goreng Bekas*. Jurnal Sosial Teknologi, Vol. 1, No. 6, pp. 499–507.
- V. G. Nguyen, M. T. Pham, N. V. L. Le, H. C. Le, T. H. Truong, and D. N. Cao. 2023. *A Comprehensive Review On The Use Of Biodiesel For Diesel Engines*. International

Journal of Renewable Energy Development,
Vol. 12, No. 4, pp. 720–740.

Y. Hananto and J. Rosdiana. 2023. *Penurunan Kadar FFA (Free Fatty Acid) Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Arang Aktif Ampas Tebu Pada Proses Pembuatan Biodiesel*. Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 1, No. 1, pp. 8–17.

.