

Analisis Jenis Katalis dan Waktu Transesterifikasi terhadap Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel dari Limbah Minyak Goreng Bekas

Oleh:

Fitriyah Nur Indahsari

Dosen Pembimbing

Dr. Poppy Diana Sari, S.TP., M.P

Progam Studi Teknologi Pangan

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Februari, 2026

Pendahuluan



Minyak goreng merupakan bahan pangan yang berasal dari minyak nabati (tumbuhan) dan menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat yang diatur dalam SNI 7709:2019 (Jannah & Daiba, 2024).

Pemanfaatan minyak goreng bekas dapat membantu mengurangi limbah dan memberikan nilai tambah bagi masyarakat, salah satunya sebagai bahan bakar alternatif (Kapuji dkk, 2017). Pemanfaatan limbah minyak menjadi biodiesel dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi karbon (Azhari & Miefthawati, 2025).

Biodiesel adalah bahan bakar yang dibuat dari minyak nabati dan lemak hewani yang menjadi alternatif pengganti solar, biodiesel merupakan energi terbarukan yang umumnya terbuat dari minyak sawit atau CPO (Fayed dkk, 2022).



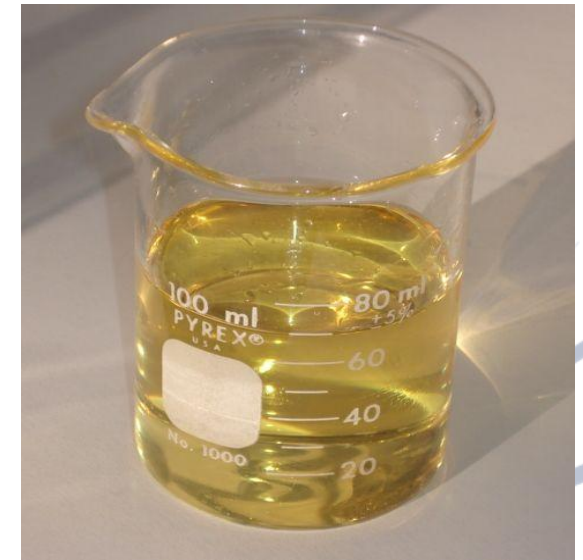
Pendahuluan



Transesterifikasi merupakan proses pertukaran gugus ester antara dua molekul, di mana ester bereaksi dengan alkohol lain untuk membentuk ester baru dan alkohol yang berbeda. Pada penelitian ini, proses transesterifikasi dengan katalis basa kuat (NaOH), proses transesterifikasi ini sangat penting dalam pembuatan biodiesel.

Penelitian yang relevan menggunakan pelarut metanol dengan konsentrasi katalis NaOH konsentrasi 1,5 % pada suhu 50 °C selama 90 menit menghasilkan biodiesel dengan kualitas terbaik, ditunjukkan dari nilai angka asam dan viskositas memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) (Sari dkk, 2018).

Peneliti terdahulu menunjukkan bahwa dengan konsentrasi katalis 2% menghasilkan persentase *yield* biodiesel tertinggi sebesar 92,65 % (Chandrika dkk, 2023). Konsentrasi tersebut dipilih berdasarkan pertimbangan efektivitas reaksi dalam memutus ikatan trigliserida dalam minyak.



Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Rumusan Masalah

- Bagaimana pengaruh jenis katalis dan waktu transesterifikasi terhadap kualitas biodiesel limbah minyak goreng bekas?
- Apakah parameter nilai densitas, viskositas, asam lemak bebas, bilangan asam dan kadar metil ester telah memenuhi SNI 7182:2015 pada biodiesel?

- Mengetahui pengaruh jenis katalis dan waktu transesterifikasi terhadap kualitas biodiesel limbah minyak goreng bekas?
- Mengetahui parameter nilai densitas, viskositas, asam lemak bebas, bilangan asam dan kadar metil ester telah memenuhi SNI 7182:2015 pada biodiesel?

Tujuan Penelitian

Metode

Waktu & Tempat

Penelitian dilaksanakan bulan Juni – Desember 2025,
Laboratorium Analisa Pangan, Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan Laboratorium FMIPA terpadu, Universitas Udayana

Bahan Baku



Minyak goreng bekas dengan delapan kali proses penggorengan



Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan:

- Vial kaca
- Erlenmeyer
- Kaca Arloji
- Beaker Glass
- Pipet Tetes
- Buret
- Statif dan Klem
- Piknometer
- Corong Buncher
- Mesin Vakum merek Value
- Hotplate Stirrer magnetic merek Thermo
- Timbangan merek Ohaus
- Thermometer Digital merek Taffware
- Waterbath merek Memmert
- GC-MS
- Filter Paper Whatman No. 42 (ukuran pori 2,5 μm)
- Aluminium Voil

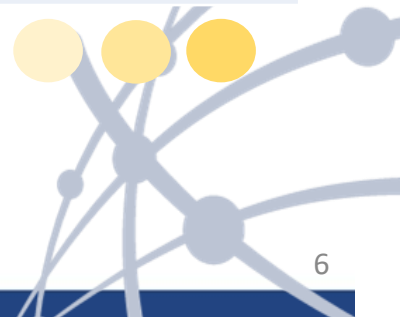
Bahan Uji:

- Etanol 95%
- Methanol 99%
- NaOH
- KOH
- Bleaching Earth
- Indikator PP (Phenolphthalein)
- Aquades

Rancangan Percobaan



	W1 (Waktu Transesterifikasi 30 menit)	W2 (Waktu Transesterifikasi 60 menit)	W3 (Waktu Transesterifikasi 90 menit)	W4 (Waktu Transesterifikasi 120 menit)	W5 (Waktu Transesterifikasi 150 menit)
P1 (Katalis Sodium Etoksid)	P1W1 (Katalis sodium etoksid : Waktu transesterifikasi 30 menit)	P1W2 (Katalis sodium etoksid : Waktu transesterifikasi 60 menit)	P1W3 (Katalis sodium etoksid : Waktu transesterifikasi 90 menit)	P1W4 (Katalis sodium etoksid : Waktu transesterifikasi 120 menit)	P1W5 (Katalis sodium etoksid : Waktu transesterifikasi 150 menit)
P2 (Katalis Sodium Metoksid)	P2W1 (Katalis sodium metoksid : Waktu transesterifikasi 30 menit)	P2W2 (Katalis sodium metoksid : Waktu transesterifikasi 60 menit)	P2W3 (Katalis sodium metoksid : Waktu transesterifikasi 90 menit)	P2W4 (Katalis sodium metoksid : Waktu transesterifikasi 120 menit)	P2W5 (Katalis sodium metoksid : Waktu transesterifikasi 150 menit)



Variabel Pengamatan

Analisis Fisik

- Densitas metode gravimetri

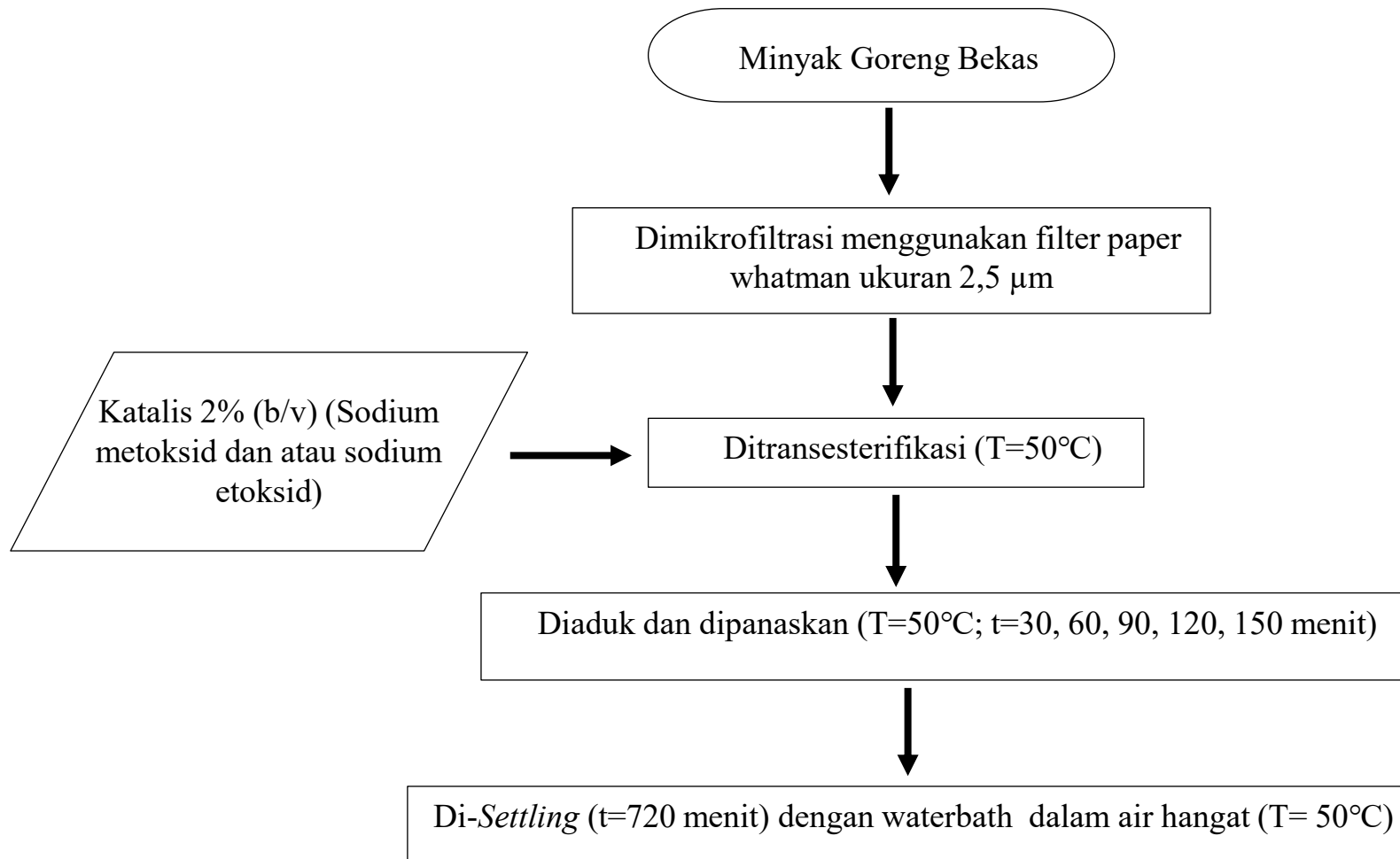
Analisis Kimia

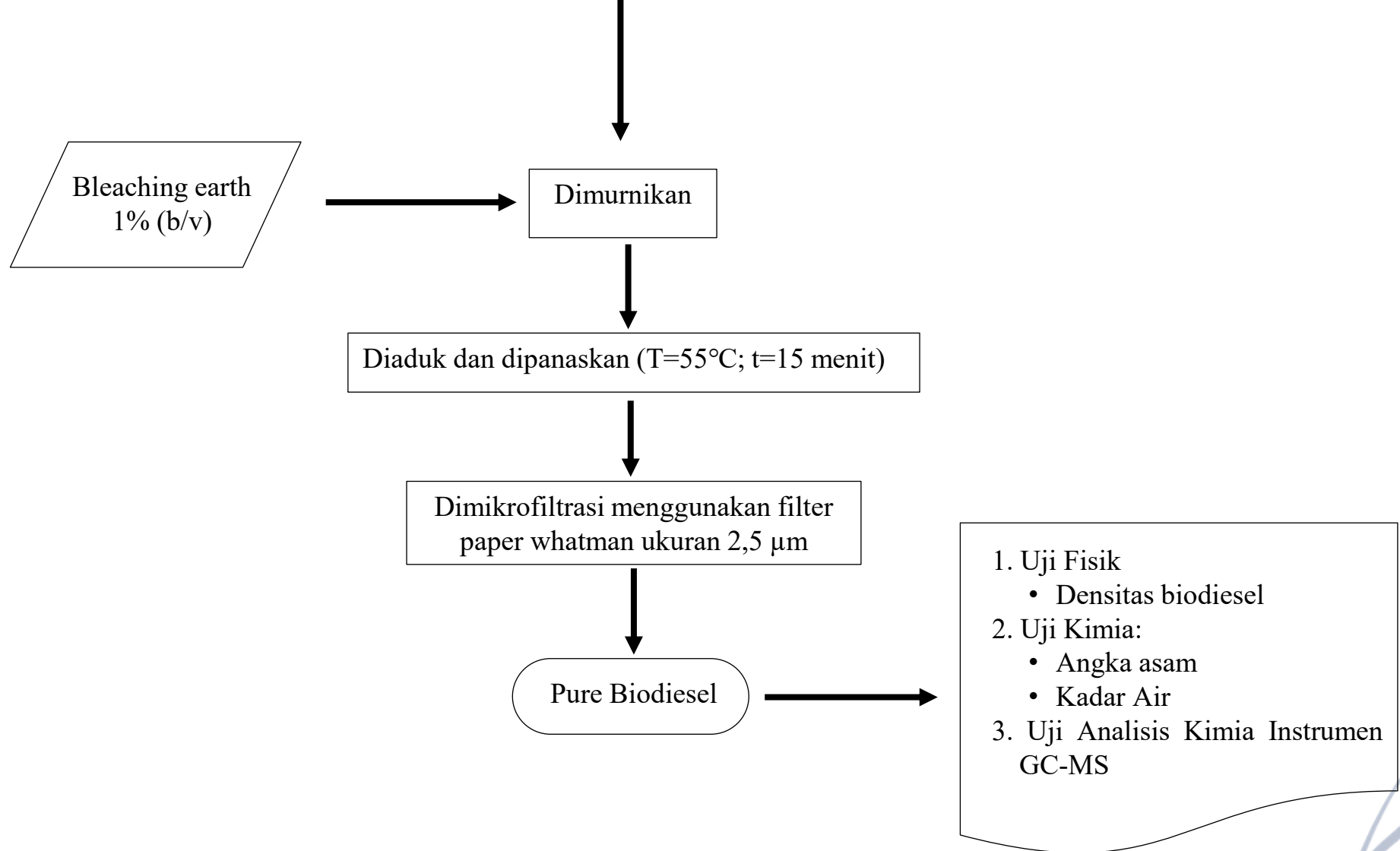
- Angka Asam metode titrasi
- Uji Kadar Air metode Karl Fischer

Analisis Kimia Instrumen

- Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS)

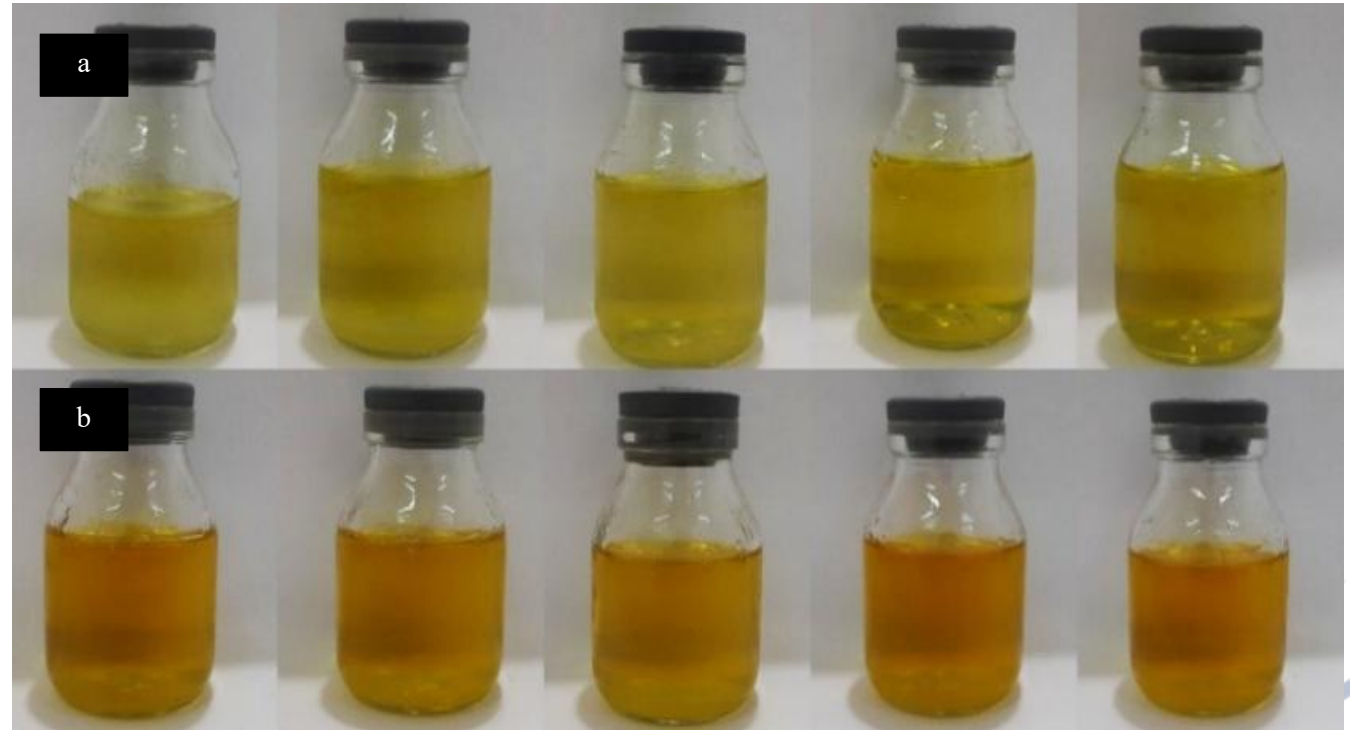
Diagram Alir





Hasil dan Pembahasan

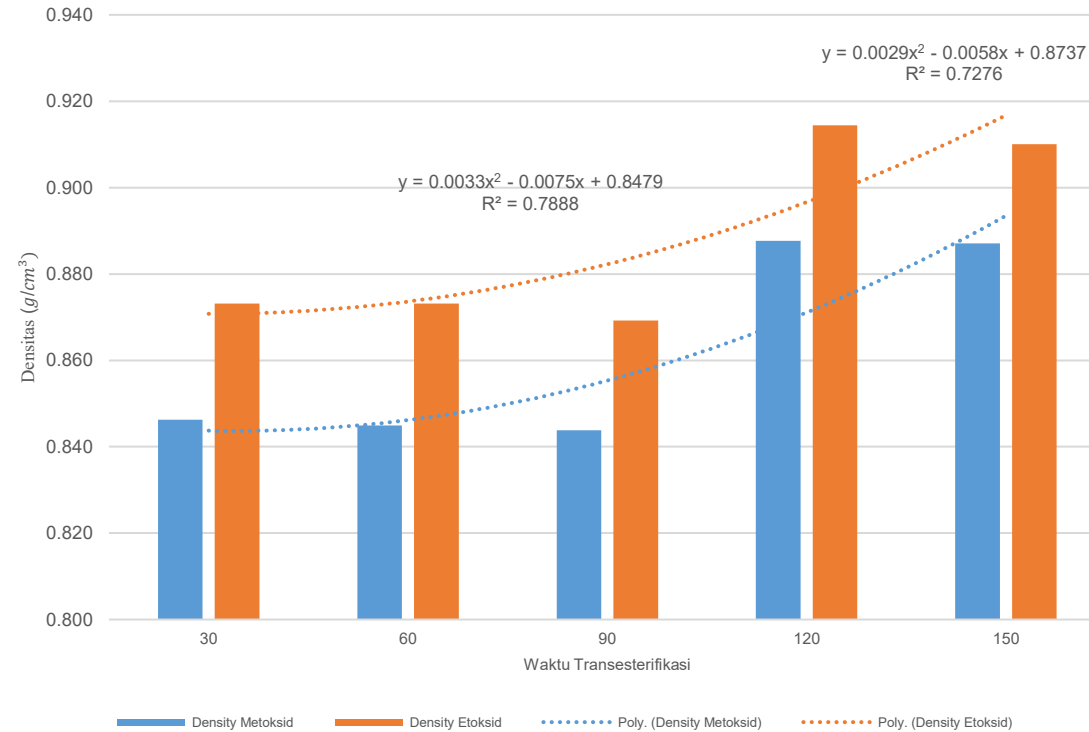
Kualitas biodiesel yang diperoleh dievaluasi berdasarkan parameter fisikokimia meliputi densitas, kadar air dan bilangan asam.



Karakteristik Fisik - Densitas

Perlakuan	Rerata Densitas (g/cm ³)
P1 (Katalis Sodium Etoksid)	0,8880 ^b
P2 (Katalis Sodium Metoksid)	0,8620 ^a
BNJ 5%	0,0045
W1 (Waktu Transesterifikasi 30 menit)	0,8597 ^b
W2 (Waktu Transesterifikasi 60 menit)	0,8591 ^a
W3 (Waktu Transesterifikasi 90 menit)	0,8565 ^a
W4 (Waktu Transesterifikasi 120 menit)	0,9011 ^b
W5 (Waktu Transesterifikasi 150 menit)	0,8986 ^b
BNJ 5%	0,0064

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor jenis katalis (P) dan waktu transesterifikasi (W) berpengaruh nyata terhadap densitas biodiesel, sedangkan faktor interaksi antara jenis katalis dan waktu transesterifikasi (P×W) tidak berpengaruh nyata. Pengaruh nyata faktor P ditunjukkan oleh perbedaan nilai rerata uji lanjut BNJ 5% pada densitas biodiesel antara katalis sodium etoksid (P1) dan sodium metoksid (P2), katalis sodium metoksid menghasilkan densitas lebih rendah dibandingkan dengan sodium etoksid yaitu sebesar 0,8620 g/cm³.

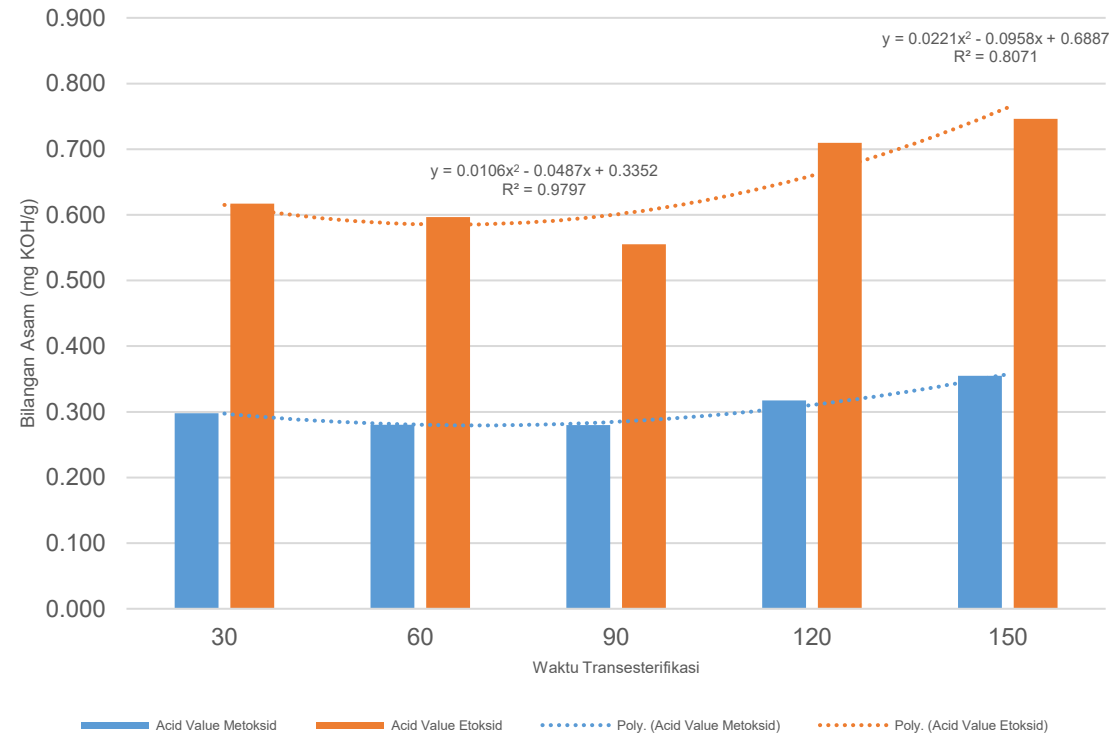


Waktu transesterifikasi 90 menit menggunakan sodium metoksid adalah titik optimum dalam proses transesterifikasi, karena menghasilkan densitas terendah sebesar $0.8438 (g/cm^3)$. Biodiesel dengan pelarut metoksid memiliki nilai regresi (R^2) sebesar 0,7888 yang menunjukkan bahwa sebesar 78,88% densitas yang dipengaruhi oleh perlakuan, sisanya dipengaruhi oleh faktor lainnya. Sedangkan, biodiesel dengan pelarut sodium etoksid memiliki nilai regresi (R^2) sebesar 0,7276 yang berarti 72,76% merupakan perubahan densitas yang dipengaruhi oleh perlakuan.

Karakteristik Kimia-Angka Asam

Perlakuan	Rerata Angka Asam (mg KOH/g)
P1 (Katalis Sodium Etoksid)	0,6449 ^b
P2 (Katalis Sodium Metoksid)	0,3057 ^a
BNJ 5%	0,0740
W1 (Waktu Transesterifikasi 30 menit)	0,4574 ^{ab}
W2 (Waktu Transesterifikasi 60 menit)	0,4381 ^{ab}
W3 (Waktu Transesterifikasi 90 menit)	0,4173 ^a
W4 (Waktu Transesterifikasi 120 menit)	0,5132 ^{bc}
W5 (Waktu Transesterifikasi 150 menit)	0,5504 ^c
BNJ 5%	0,1066

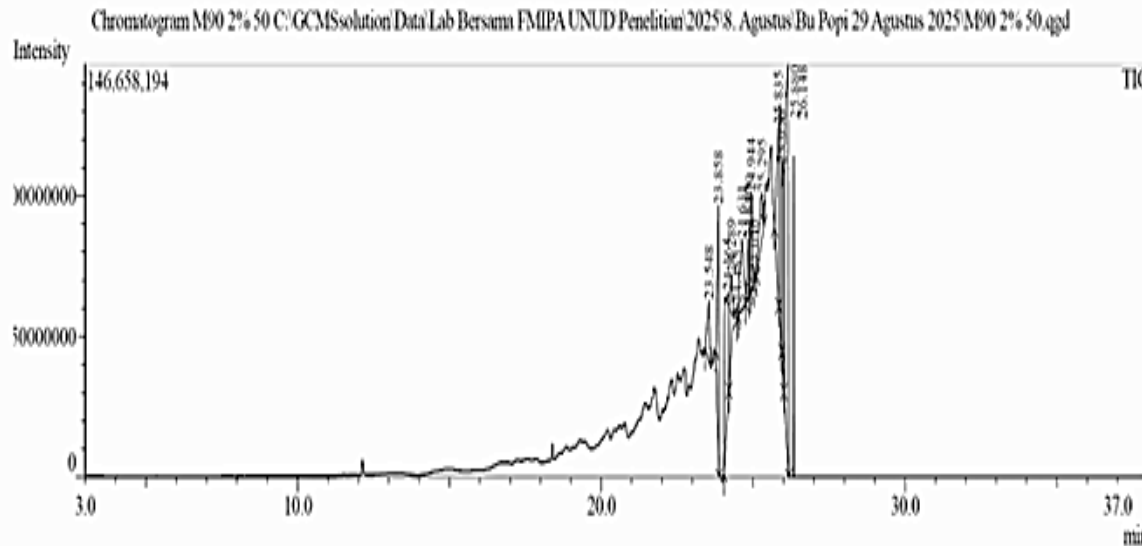
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor jenis katalis (P) dan waktu transesterifikasi (W) berpengaruh nyata terhadap bilangan asam, sedangkan faktor interaksi PxW tidak berpengaruh nyata. Berdasarkan uji BNJ 5% penggunaan katalis sodium metoksid (P2) menghasilkan bilangan asam lebih rendah dibandingkan sodium etoksid (P1), menunjukkan bahwa sodium metoksid lebih optimal dalam reaksi transesterifikasi. Pada faktor waktu, perlakuan dengan waktu transesterifikasi 90 menit (W3) menghasilkan nilai bilangan asam terendah yaitu sebesar 0,4173 mg KOH/g.



Kecenderungan perubahan bilangan asam pada biodiesel dengan katalis sodium metoksid diperkuat oleh nilai regresi (R^2) sebesar 0,9797, yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara waktu transesterifikasi dan perubahan bilangan asam. Sebaliknya, biodiesel yang dihasilkan menggunakan sodium etoksid menunjukkan bilangan asam yang lebih tinggi. Nilai bilangan asam menurun dari 0,617 mg KOH/g pada 30 menit menjadi 0,555 mg KOH/g pada 90 menit,

Analisis Kimia Instrumen

Gas Chromatography – Mass Spectroscopy (GC-MS)



Quantitative Result Table

ID#	Name	R.Time	m/z	Area	Height	Conc.	Conc.Un
1	9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- (CAS)	23.548	55.00	7774403	1734955	3.300 %	
2	17-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) ME	23.858	74.00	27181023	8096504	11.538 %	
3	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS)	24.166	55.00	13997089	3462217	5.942 %	
4	7-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) ME1	24.289	55.00	15774779	1899938	6.696 %	
5	9-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) ME1	24.560	55.00	4286930	679071	1.820 %	
6	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	24.650	55.00	5711636	1427653	2.424 %	
7	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	24.840	55.00	4925302	1368425	2.091 %	
8	METHYL 9,9-DIDEUTERO-OCTADECANOIC ACID, methyl ester (CAS)	24.875	55.00	5042837	1712000	2.141 %	
9	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS)	24.943	55.00	10084496	2488668	4.281 %	
10	9-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) ME1	24.943	55.00	9758237	2419461	4.142 %	
11	6-Octadecenoic acid, methyl ester, (Z)-	25.276	55.00	9297254	1781450	3.947 %	
12	6-Octadecenoic acid, methyl ester, (Z)-	25.882	41.00	23415851	3656927	9.940 %	
13	6-Octadecenoic acid, methyl ester, (Z)- (CAS)	25.882	41.00	23415851	3656927	9.940 %	
14	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS)	25.970	41.00	16278683	3714454	6.910 %	
15	7-Octadecenoic acid, methyl ester	26.148	55.00	58636627	7871072	24.890 %	

Hasil *GC-MS* menunjukkan dominasi senyawa metil ester, persentase total metil ester pada sampel terdeteksi sangat tinggi yaitu 97,895% menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi berlangsung lebih sempurna. Berdasarkan hasil *GC-MS*, biodiesel dengan katalis sodium metoksid dan waktu transesterifikasi 90 menit menunjukkan kandungan metil ester yang memenuhi persyaratan SNI, ditandai dengan dominasi puncak FAME dan minimnya senyawa non-ester.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian sifat fisikokimia biodiesel dari minyak goreng bekas, penelitian ini membuktikan bahwa pemilihan jenis pelarut dan waktu transesterifikasi berpengaruh nyata terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan. Hasil transesterifikasi menunjukkan bahwa pelarut sodium metoksida menunjukkan keunggulan dibandingkan pelarut sodium etoksida, khususnya pada waktu 90 menit yang menghasilkan biodiesel dengan sifat fisikokimia yang optimal dan kandungan metil ester sebesar 97,895% sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 7182:2015).

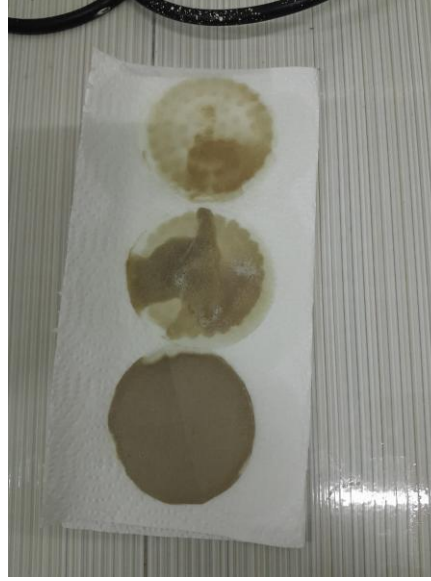
Referensi

- Azhari, F., & Miefthawati, N. P. (2025). Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Pengganti Bahan Bakar Solar dalam Upaya Menurunkan Dampak Gas Rumah Kaca (Studi Kasus: Kota Padang, Sumatera Barat). *Ruang Teknik Journal*, 8(2), 296–304.
- Fayed, M. A. Al, Dhafir, M., & Darwin. (2022). Analisis Rendemen Biodiesel yang Dihasilkan dari Minyak Goreng dengan Metode Elektrokatalis Menggunakan Elektroda Platina. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(4), 912–916. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i4.22055>
- Jannah, N., & Daiba, Y. La. (2024). Analisis Perbandingan Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Asam Lemak Bebas. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 07(1), 16–21.
- Kapuji, A., Hadi, S., & Arifin, Z. (2017). Proses Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Chemtech Teknik Kimia Universitas Serang Jaya*, 1–6.
- Orchidantya, N. S., Mas'udah, & Santosa, S. (2023). Pengaruh Rasio Katalis CaO-NaOH dan Waktu Reaksi Transesterifikasi Terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Sawit. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(3), 330–337. <https://doi.org/10.33795/distilat.v9i3.3154>
- Santriwati, Zainuddin, A., & Meliahsari, R. (2020). Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Jelantah Yang Digunakan Penjual Makanan Jajanan Gorengan Di Sepanjang Jalan H. Abd. Silondae Kecamatan Mandonga Kota Kendari Tahun 2020. *Jurnal Gizi dan Kesehatan Indonesia*, 1(2), 57–64. <https://doi.org/10.37887/jgki.v1i2.17322>

Dokumentasi



Dokumentasi



Terima Kasih

