

ANALISA VARIABEL BIODIESEL HASIL TRANSESTERIFIKASI DENGAN VARIASI RASIO METANOL-ETANOL

Neny Rochyani^{1*}, Alfredo Barutu, Agus Wahyudi¹

¹ Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Palembang

Jl. Jl. Jend A. Yani Lr. Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang

Telp. 0711-510043 Fax.. 0711-514784

*Email: nenyrochyani@yahoo.com

Abstrak

Biodiesel adalah produk bahan bakar yang berasal dari tumbuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum hasil proses transesterifikasi CPO Dengan Variasi Rasio Metanol-Etanol dan Persen Katalis NaOH. Metodologi penelitian meliputi; Analisa CPO, transesterifikasi, Pemisahan Biodiesel, Pemurnian biodiesel dan Analisa Biodiesel. Proses transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan CPO dengan metanol:etanol 9:1, 8:2, 7:3, dan katalis NaOH dengan variasi 1%, 1.38%, dan 1.5% berat CPO. Proses transesterifikasi dilakukan pada temperatur 60 °C. Kecepatan pengadukan 600 rpm. Metil ester hasil reaksi transesterifikasi dilakukan uji sifat fisik nya berupa densitas, kadar air, angka asam dan yield. Berdasarkan analisis two way anova menunjukkan bahwa biodiesel hasil reaksi transesterifikasi dengan variasi campuran metanol-etanol tidak berpengaruh signifikan ($P > 0.05$) terhadap densitas, kadar air, angka asam dan yield biodiesel. Variasi katalis NaOH berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap densitas, angka asam dan yield biodiesel. Tapi tidak berpengaruh terhadap kadar air. Rendemen optimum diperoleh pada campuran metanol-etanol 7:3 NaOH 1% sebesar 76,2%. Adapun hasil uji sifat fisis dari biodiesel meliputi densitas, kadar air, dan angka asam secara berturut 888 Kg/cm³, 0.18%, dan 0.28 mgKOH/g.

Kata kunci: Biodiesel, CPO, Etanol, Metanol, Etanol

1. PENDAHULUAN

Minyak bumi adalah sumber daya alam yang menjadi penyuplai energi utama di berbagai negara saat ini. Peningkatan kebutuhan akan bahan bakar, terutama di sektor industri dan transportasi, berbanding lurus dengan penggunaannya. Hal ini menyebabkan ketersediaan minyak bumi yang terbatas sehingga diperkirakan akan memicu kelangkaan dan krisis energi. Selain itu, penggunaan bahan bakar minyak yang berkelanjutan berdampak buruk bagi lingkungan, khususnya polusi udara yang disebabkan oleh emisi karbon dioksida (CO₂). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan mudah terurai untuk mengantisipasi krisis ini (Ryan, 2020).

Biodiesel dapat diproduksi melalui reaksi transesterifikasi. Proses ini mengubah molekul trigliserida secara kimiawi menjadi metil ester, dengan gliserol sebagai hasil samping. Minyak nabati atau lemak hewani, yang tersusun atas trigliserida, akan bereaksi dengan alkohol untuk membentuk senyawa alkil ester. Katalis berperan penting dalam mempercepat laju reaksi secara signifikan. Karena reaksi transesterifikasi bersifat *reversibel* (dapat balik), sehingga diperlukan penambahan alkohol dalam jumlah berlebih untuk

menggeser kesetimbangan reaksi menuju pembentukan produk. (Daryono et al., 2021).

Dalam penelitian ini, campuran metanol-etanol dimanfaatkan sebagai sumber alkohol pada proses transesterifikasi. Keunggulan penggunaan campuran ini terletak pada fungsi etanol sebagai *co-solvent*, yang mampu meningkatkan laju kelarutan minyak dalam metanol. Kriteria *co-solvent* yang ideal adalah tidak mengandung air dan memiliki titik didih yang berdekatan dengan metanol, sehingga mempermudah proses pemisahan di akhir reaksi (Setyawati, 2018).

Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Murtaldo, 2017) dengan memvariasikan reaktan metanol-etanol pada rasio 9:0, 7:2 dan 5:4 dari penelitian ini rendemen optimum sebesar 92.0672% diperoleh pada campuran methanol-etanol rasio 7:2.

Penelitian lain juga dilakukan oleh (Sandra, Sandra, Bambang Susilo, 2021) yang bertujuan untuk mengetahui kondisi optimal variasi NaOH 1%, 1.5% dan 2% pada pembuatan biodiesel dari minyak sawit dengan reaksi interesterifikasi, dari penelitian tersebut diperoleh hasil optimum pada variasi NaOH 1% dimana memiliki rendemen 49,16% dengan karakteristik yang memiliki nilai viskositas

4,813 mm² /s, densitas 0,869 g/ml, dan kandungan FAME 83,40%.

Riset lainnya juga dilakukan oleh (Sahubawa & Ningtyas, 2012) dengan tujuan mempelajari pengaruh rasio NaOH terhadap pembentukan biodiesel, variasi yang digunakan adalah 0.5%, 1%, 1.5% dan 2%, Konversi biodiesel terbesar diperoleh pada konsentrasi NaOH 1,5% (b/b), yaitu 45,34%. Komponen utama pembentukan biodiesel adalah campuran metil palmitat (20,31%).

Penelitian sejenis juga dilaksanakan oleh (Herizal & Rahman, 2008) yang mendapatkan kondisi operasi yang optimal, beberapa variabel proses diterapkan, seperti konsentrasi katalis NaOH yang berkisar antara 0,46 - 1,84 % berat,

Berdasarkan hasil beberapa penelitian di atas dilakukan pengembangan dan kebaruan penelitian yaitu menggunakan campuran methanol dan etanol sebagai reaktan. Metanol memiliki sifat yang toksik dan produksi pada umumnya masih dari bahan fosil, etanol adalah salah satu alkohol rantai pendek yang dapat di produksi dari fermentasi tumbuhan seperti ubi, tebu sehingga etanol disebut sebagai pereaksi yang dapat diperbarui. Dengan demikian penelitian ini memiliki kebaruan yaitu mendasarkan variasi kondisi optimum dari beberapa penelitian sebelumnya sehingga dengan mengkomparasikan hasil optimum dari beberapa penelitian terdahulu diperoleh hasil yang terbaik.

2. METODOLOGI

2.1. Bahan

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini meliputi *Crude Palm Oil*, methanol, etanol dan NaOH sebagai komponen utama untuk proses transesterifikasi dan Aquades untuk proses *washing* biodiesel

2.2. Variabel

a. Variabel Independen (Variabel Bebas)

Yaitu variabel yang dimanipulasi atau divariasikan untuk melihat pengaruhnya terhadap hasil biodiesel:

- Rasio molar Metanol: Etanol Variasi: 9:1, 8:2, 7:3
- Konsentrasi katalis NaOH (% b/b) Variasi: 1%, 1.38%, 1.5%

b. Variabel Dependen (Variabel Terikat)

Yaitu variabel yang diukur untuk mengetahui pengaruh dari variabel bebas:

- Densitas Biodiesel (Kg/m³)
- Kadar Air Biodiesel (% berat)
- Angka Asam Biodiesel (mg KOH/g)
- Yield (Persentase Rendemen Biodiesel)

c. Variabel Kontrol (Variabel Tetap) Yaitu variabel yang dijaga konstan agar tidak mempengaruhi hasil:

- bahan baku: Crude Palm Oil (CPO)
- Temperatur reaksi: 60°C
- Waktu reaksi: 1 jam
- Kecepatan pengadukan: 600 rpm
- Jumlah CPO yang digunakan: 100 gram

2.3. Metode

Adapun langkah-langkah penelitian ini adalah: Analisa karakteristik CPO, proses transesterifikasi, pemisahan, pencucian biodiesel, pengeringan biodiesel, analisa sifat fisik biodiesel, uji Anova, dan Analisa GC.

2.3.1. Analisa Karakteristik CPO

Analisa karakteristik CPO yaitu densitas, asam lemak bebas, dan kadar air CPO. Analisis parameter dilakukan sebagai informasi tentang kualitas CPO yang akan mempengaruhi proses transesterifikasi.

2.3.2. Proses Transesterifikasi

CPO di timbang sebanyak 100gram lalu dipanaskan menggunakan *hotplate* sampai temperatur 60°C. Metanol, etanol dan NaOH ditimbang sesuai dengan rasio lalu dihomogenkan, setelah reaktan dan katalis homogen lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer berisi CPO yang dipanaskan sebelumnya. Magnetic stirrer dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu di atur putaran pengadukannya 600 rpm, temperatur proses diatur 60°C dengan memperhatikan thermometer lalu erlenmeyer ditutup dan direaksikan selama 1 jam.

2.3.3. Pemisahan Biodiesel

Setelah proses transesterifikasi selama 1 jam, hasil reaksi di pindahkan kedalam corong pisah, lalu di sedimentasi selama 24 jam. Setelah 24 jam akan terbentuk 2 lapisan, dimana lapisan atas adalah biodiesel dan lapisan bawah adalah gliserol. Lapisan bawah yang berupa gliserol di buang

2.3.4. Pencucian Biodiesel

Biodiesel yang telah dipisahkan di murnikan dengan penambahan aquades temperatur 55°C sebanyak 50% dari berat biodiesel yang dihasilkan lalu di sedimentasi didalam corong pisah selama 1 jam. Setelah 1 jam, aquades yang mengendap di buang melalui valve bagian bawah corong pisah, dipastikan tidak ada biodiesel yang terikut.

2.3.5. Pengeringan Biodiesel

Biodiesel yang sudah di *washing* di keringkan di dalam oven dengan temperature 130°C selama 5 menit, tujuan pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalam biodiesel.

2.3.6. Analisa Sifat Fisik Biodiesel

Sifat fisik biodiesel yang di analisa adalah densitas menggunakan piknometer, kadar air menggunakan metode AOCS Ca-2c-25, angka asam menggunakan metode AOCS Cd -3d – 63. Setelah itu dihitung juga *yield* yang dihasilkan.

2.3.7. Analisis Signifikansi

Tujuan Analisis Signifikansi

Analisis signifikansi dilakukan untuk mengetahui apakah variasi rasio molar metanol:etanol dan konsentrasi katalis NaOH memberikan pengaruh yang nyata terhadap sifat fisik dan kimia biodiesel yang dihasilkan, yaitu:

- Densitas biodiesel,
- Kadar air biodiesel,
- Angka asam biodiesel, dan
- Yield (rendemen) biodiesel.

Uji yang digunakan adalah Analisis Varian (ANOVA) dua arah, karena penelitian ini memiliki dua variabel bebas dengan beberapa tingkat perlakuan yang diuji terhadap satu atau lebih variabel respon.

Metode Analisis

Data hasil pengujian (densitas, kadar air, angka asam, dan yield) dari setiap kombinasi perlakuan (rasio metanol:etanol dan rasio katalis) dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*).

Langkah-langkah analisis signifikansi secara umum adalah:

- Menyusun data hasil eksperimen dalam bentuk tabel sesuai variasi rasio metanol:etanol dan katalis NaOH.
- Menghitung nilai rata-rata dan simpangan baku dari setiap kombinasi perlakuan.
- Melakukan uji ANOVA dua arah untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor (dan interaksi antar faktor) terhadap hasil biodiesel.
- Membandingkan nilai Fhitung dengan Ftabel pada taraf signifikansi (α) = 0,05.
- Jika Fhitung > Ftabel, maka pengaruh faktor dianggap signifikan terhadap variabel dependen.
- Jika Fhitung < Ftabel, maka pengaruh faktor dianggap tidak signifikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan kondisi operasi temperatur, waktu reaksi dan kecepatan pengadukan yang konstan atau disebut sebagai variabel tetap. Temperatur, kecepatan pengadukan dan juga waktu merupakan faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi. Temperature yang digunakan adalah 60°C, waktu reaksi selama 1 jam, kecepatan pengadukan 600 rpm. Variasi methanol-etanol yakni: 9:1, 8:2, dan 7:3. Variasi katalis yakni: 1%, 1.38% dan 1.5%.

Tabel 1 menunjukkan hasil analisa uji kualitas fisik CPO sedangkan Tabel 2 menunjukkan hasil analisis biodiesel

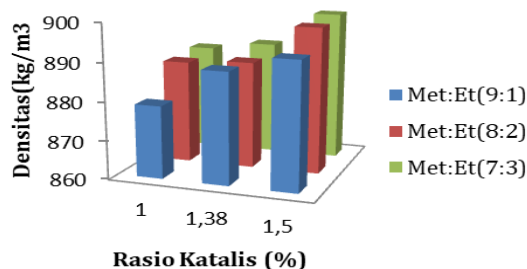
Tabel 1. Hasil Analisis CPO

Parameter	Hasil
Densitas (Kg/m ³)	9359
Kadar Air (%)	0.35
FFA (%)	4.13

Tabel 2. Hasil Analisis Biodiesel

Uji	Hasil Analisa								
	9:1			8:2			7:3		
	1	1.38	1.5	1	1.38	1.5	1	1.38	1.5
Density (Kg/m ³)	879	889	893	887	888	898	888	890	899
Kadar Air (%)	0.14	0.23	0.10	0.2	0.13	0.21	0.18	0.14	0.15
Yield	58	55.3	44.6	76.6	57.3	46.5	76	50.9	54.3
	57.8	53.9	49.1	73.6	58.9	47.7	76.4	51.6	56
Rata-Rata	57.9	54.6	46.85	75.1	58.1	47.1	76.2	51.25	55.15

3.1. Pengaruh Rasio Metanol-Etanol dan Rasio Katalis Terhadap Densitas



Gambar 1. Pengaruh Rasio Molar Metanol:Etanol dan Rasio Katalis terhadap Densitas Biodiesel.

3.1.1. Rasio Molar Metanol: Etanol terhadap Densitas

Densitas biodiesel didefinisikan sebagai perbandingan antara massa dan volumenya. Dalam penelitian ini, hasil densitas yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 1. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa tidak semua nilai densitas yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI 7182:2015 yaitu 850-890 Kg/cm³. Ketika katalis dijaga konstan sebesar 1% (b/b) dan rasio mol metanol-etanol divariasikan (9:1, 8:2, dan 7:3), densitas menunjukkan sedikit peningkatan meskipun tidak signifikan. Hal yang sama juga pada variasi katalis 1,38% (b/b) dan 1,5% (b/b). Secara umum, dengan variasi rasio mol metanol:etanol (9:1, 8:2, dan 7:3) densitas mengalami kenaikan yang tidak terlalu signifikan. Hasil ini juga selaras dengan penelitian (Anggraini & Hijriah, 2019) yang

menganalisa pengaruh rasio molar metanol dan stearin terhadap densitas. Berdasarkan penelitian tersebut, penambahan metanol diketahui meningkatkan densitas yang mendorong pembentukan produk dan pada akhirnya meningkatkan konversi.

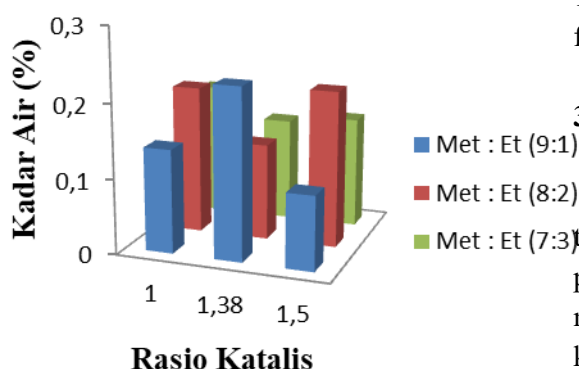
3.1.2. Rasio Katalis NaOH Terhadap Densitas

Pada percobaan dengan rasio molar metanol:etanol konstan 9:1, diperoleh hasil berupa kenaikan densitas biodiesel yang meningkat seiring dengan bertambahnya rasio katalis, yaitu pada 1% (b/b), 1.38% (b/b), dan 1.5% (b/b). Peningkatan juga terlihat pada variasi rasio molar lainnya, densitas selalu naik seiring dengan kenaikan rasio katalis. Peningkatan yang cukup signifikan terutama terjadi saat rasio katalis 1.5%. Fenomena ini diyakini terjadi karena kelebihan NaOH (natrium hidroksida) berpotensi bereaksi dengan asam lemak, membentuk sabun. Proses ini kemudian menghasilkan gliserol dalam jumlah besar yang sulit dipisahkan dari biodiesel. Densitas biodiesel yang diharapkan adalah antara 850 – 890 Kg/cm³, pada penelitian ini rasio katalis 1% dan 1.38% diperoleh hasil densitas sesuai dengan target yang diharapkan. Hal ini menunjukkan bahwa pada kedua rasio tersebut, reaksi transesterifikasi berlangsung secara optimum dengan konversi trigliserida menjadi metil ester (FAME) yang tinggi serta minim pembentukan produk samping seperti sabun atau gliserol

terperangkap. Sementara pada rasio katalis 1.5% diperoleh densitas melebihi target, Fenomena ini diyakini terjadi karena kelebihan NaOH (natrium hidroksida) berpotensi bereaksi dengan asam lemak, membentuk sabun.

Sabun yang terbentuk menciptakan lapisan emulsi antara fase biodiesel dan gliserol. Gliserol, yang memiliki densitas lebih tinggi (sekitar 1,26 g/cm³), tidak dapat mengendap seluruhnya dan sebagian tertahan di fase biodiesel. Campuran ini menyebabkan densitas biodiesel meningkat dibandingkan dengan metil ester murni.

3.2. Pengaruh Rasio Metanol-Etanol dan Rasio Katalis Terhadap Kadar Air



Gambar 2. Pengaruh Rasio Molar Metanol-Etanol dan Rasio Katalis terhadap Kadar Air Biodiesel.

3.2.1. Rasio Molar Metanol: Etanol terhadap Kadar Air

Berdasarkan SNI 7182:2015, kadar air yang diizinkan pada biodiesel adalah maksimum 0.05% berat. Namun, hasil penelitian ini, sebagaimana terlihat pada Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar air belum memenuhi standar tersebut. Pada katalis 1% dengan variasi rasio molar metanol:etanol, kadar air biodiesel menunjukkan fluktuasi. Terjadi peningkatan kadar air dari rasio 9:1 ke 8:2, namun kemudian menurun pada rasio 7:3. Kadar air biodiesel mengalami peningkatan dari rasio metanol-etanol 9:1 ke 8:2, kemudian menurun kembali pada rasio 7:3. Peningkatan pada rasio 8:2 disebabkan oleh berkurangnya jumlah metanol yang menyebabkan reaksi

transesterifikasi kurang sempurna dan pemisahan gliserol tidak optimal, sehingga sebagian air terperangkap dalam fase biodiesel. Sementara itu, pada rasio 7:3 kadar air menurun karena perbandingan metanol dan etanol lebih seimbang, proses pemisahan gliserol lebih baik, dan pembentukan emulsi berkurang. Hasil ini menunjukkan bahwa rasio 7:3 merupakan kondisi mendekati optimum dengan kadar air biodiesel yang memenuhi standar SNI 7182:2015.

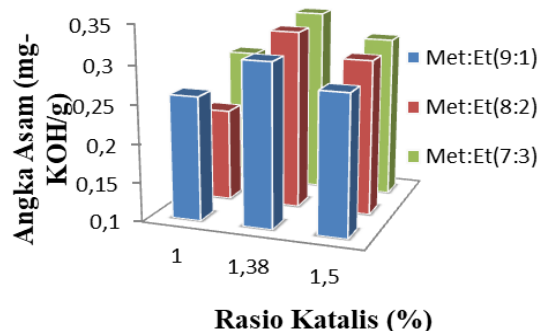
Fenomena serupa juga terjadi pada rasio katalis 1.38%, di mana kadar air menurun dari rasio 9:1 ke 8:2, lalu kembali meningkat pada rasio 7:3. Demikian pula pada rasio katalis 1.5%, kadar air biodiesel juga menunjukkan fluktuasi.

3.2.2. Rasio Katalis NaOH Terhadap Kadar Air

Dalam penelitian ini, rasio katalis tampaknya mempengaruhi kualitas kadar air pada biodiesel, meskipun variasi rasio katalis menghasilkan kadar air yang fluktuatif, ada kecenderungan peningkatan kadar air seiring dengan kenaikan rasio katalis. Sebagai contoh, pada rasio metanol:etanol konstan 8:2, kadar air awal tinggi yaitu 0.2% saat rasio katalis 1%. Kemudian, kadar air ini menurun pada rasio katalis 0.13%, namun kembali meningkat lebih tinggi menjadi 0.21% pada rasio katalis 1.5%.

Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa jumlah katalis yang ditambahkan masih terbilang berlebih. (Abdullah et al., 2010) menjelaskan bahwa penggunaan katalis berlebihan dapat memicu pembentukan sabun. Saat proses pencucian, sabun ini akan membentuk emulsi antara metil ester dan air, sehingga sulit dipisahkan dan pada akhirnya menyebabkan kandungan air dalam biodiesel cukup besar. Padahal, kadar air yang tinggi ini berpotensi menyebabkan reaksi hidrolisis ester, yang secara langsung akan menurunkan kualitas biodiesel.

3.3. Pengaruh Rasio Metanol-Etanol dan Rasio Katalis Terhadap Angka Asam



Gambar 3. Grafik Pengaruh Rasio Molar Metanol:Etanol dan Rasio Katalis terhadap Angka Asam Biodiesel.

3.3.1. Rasio Molar Metanol: Etanol terhadap Angka Asam

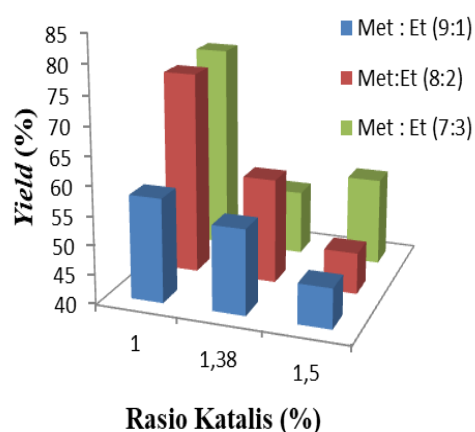
Pengujian angka asam pada rasio katalis konstan 1% menunjukkan fluktuasi seiring perubahan rasio metanol:etanol (Gambar 3). Angka asam menurun saat rasio metanol:etanol beralih dari 9:1 ke 8:2, namun kemudian kembali meningkat pada rasio 7:3. Untuk rasio katalis 1.38%, angka asam justru meningkat seiring penurunan rasio metanol, tetapi meningkat dengan kenaikan rasio etanol. Tren serupa juga terlihat pada rasio katalis 1.5%. Secara keseluruhan, pada rasio katalis yang konstan, rasio metanol:etanol menunjukkan peningkatan angka asam, meskipun tidak signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa peran metanol masih sangat berpengaruh dalam campuran ini. Angka asam yang diperbolehkan berdasarkan SNI 7182:2015 adalah maksimal 0.5 mgKOH/g, berdasarkan penelitian ini angka asam yang diperoleh secara keseluruhan variasi masih sesuai dengan target yang ditetapkan.

3.2.2. Rasio Katalis NaOH Terhadap Angka Asam

Dalam penelitian ini, angka asam mulai naik pada rasio katalis 1% dan mencapai titik tertinggi pada rasio katalis 1.38% untuk semua variasi rasio metanol:etanol yang konstan, kemudian menurun pada rasio katalis 1.5%.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan katalis NaOH dalam menetralkan asam lemak bebas dalam minyak cukup baik, seperti yang juga disebutkan oleh Andalia & Pratiwi (2019). Meskipun demikian, kondisi katalis optimum perlu sangat diperhatikan. Hal ini karena kelebihan katalis justru akan memicu pembentukan sabun dan air, yang pada akhirnya sulit dipisahkan dari produk biodiesel.

3.4. Pengaruh Rasio Metanol-Etanol dan Rasio Katalis Terhadap Yield



Gambar 4. Grafik Pengaruh Rasio Molar Metanol: Etanol dan Rasio Katalis terhadap *yield* Biodiesel.

3.4.1. Rasio Molar Metanol: Etanol terhadap *yield*.

Pada rasio katalis 1%, penggunaan rasio metanol:etanol 9:1 menghasilkan *yield* 57,9%. Peningkatan signifikan *yield* terlihat saat rasio diubah menjadi 8:2 (75,1%) dan terus meningkat menjadi 76,1% pada rasio 7:3 (Gambar 4). Selanjutnya, pada rasio katalis 1,38%, *yield* biodiesel sebesar 54,6% dicapai dengan rasio metanol:etanol 9:1. Konversi biodiesel juga meningkat menjadi 58,1% pada rasio 8:2, namun menurun menjadi 51,25% saat

rasio molar metanol:etanol diubah ke 7:3. Pada rasio katalis 1,5%, *yield* biodiesel awal adalah 46,85% untuk rasio metanol:etanol 9:1. Terjadi sedikit kenaikan *yield* menjadi 47,1% pada rasio 8:2, sebelum akhirnya meningkat kembali menjadi 55,15% pada rasio 7:3. Secara keseluruhan, *yield* tertinggi sebesar 76,1% diperoleh pada rasio molar 7:3 dengan konsentrasi katalis 1% (b/b). *Yield* biodiesel tertinggi sebesar 76,1% pada rasio molar 7:3 dengan katalis NaOH 1% (b/b) terjadi karena kombinasi tersebut memberikan keseimbangan ideal antara polaritas dan kelarutan reaktan, sehingga reaksi transesterifikasi berlangsung lebih efisien. Campuran metanol-etanol pada rasio ini membentuk sistem yang lebih homogen, mempercepat konversi trigliserida menjadi ester, dan meminimalkan pembentukan sabun. Selain itu, konsentrasi katalis 1% sudah cukup untuk menghasilkan ion alkoksida aktif tanpa menimbulkan reaksi saponifikasi, sehingga proses pemisahan gliserol lebih sempurna dan *yield* biodiesel meningkat.

3.4.2. Rasio Katalis NaOH Terhadap *Yield*

Berdasarkan penelitian ini, rasio katalis sangat memengaruhi *yield* biodiesel. Seperti yang dapat diamati pada Grafik 4, perolehan *yield* biodiesel menunjukkan penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi katalis. Rasio katalis yang tepat berperan penting dalam mempercepat reaksi dengan menurunkan energi aktivasi. Dalam studi ini, rasio katalis 1% terbukti paling optimal. Namun, kelebihan katalis justru akan menghambat konversi trigliserida menjadi biodiesel karena memicu reaksi saponifikasi. Hal ini menyebabkan pembentukan gliserol yang berlebihan dan mengganggu reaksi utama, sehingga berakibat pada penurunan *yield*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi katalis memiliki dampak yang sangat signifikan terhadap *yield* produk dalam produksi biodiesel. Menurut (Andalia & Pratiwi, 2019), Konsentrasi katalis yang melebihi batas optimal dapat mempercepat proses saponifikasi, yang

pada akhirnya menurunkan *yield* produk. Oleh karena itu, menentukan batas optimum penambahan katalis sangatlah penting.

4. KESIMPULAN

Variasi campuran methanol:etanol yang digunakan pada proses transesterifikasi CPO tidak berpengaruh signifikan terhadap densitas, kadar air, angka asam, dan *yield* biodiesel. Variasi katalis NaOH yang digunakan dalam proses transesterifikasi CPO berpengaruh signifikan terhadap densitas, angka asam, *yield* biodiesel, dan tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar air biodiesel. *Yield* terbaik diperoleh pada rasio methanol:etanol 7:3 katalis 1% perolehan 76.2% dengan densitas 888 Kg/cm³, kadar air 0.18% dan angka asam 0.28 mg-KOH/g.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Jaya, J. D., & Rodiansono. (2010). Optimasi Jumlah Katalis KOH dan NaOH pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Kopelarut. *Jurnal Sains Dan Terapan Kimia*, 4(1), 79–89.
- Andalia, W., & Pratiwi, I. (2019). Kinerja Katalis Naoh dan KOH ditinjau dari Kualitas Produk Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Tekno Global UGM Fakultas Teknik*, 7(2), 66–73. <https://doi.org/10.36982/jtg.v7i2.549>
- Anggraini, I. F., & Hijriah, A. Y. (2019). P Pengaruh Variasi Jumlah Metanol Dalam Reaksi Pembuatan Biodiesel Dari Fraksi Stearin Minyak Sawit. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 10(01), 33–40. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v10i01.85>
- Daryono, Dwi, E., Wardana, I. N. G., & Hamidi, C. C. M. N. (2021). *Proses Interesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Biodiesel (Fatty Acid Methyl Esters) dengan Bio-katalis Senyawa Aromatik*. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/188101/>
- Herizal, O. :, & Rahman, M. (2008). Optimalisasi Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Biodiesel dengan Katalis NaOH. *Lembaran Publikasi LEMIGAS*, 42(3), 61–66.
- Murtaldo, L. N. U. (2017). *Penggunaan*

- Campuran Metanol-Etanol Pada Reaksi Transesterifikasi Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah (Waste Cooking Oil) Dengan Menggunakan KOH Sebagai Katalis.* 1–23.
- Ryan, S. (2020). Disusun Oleh : Disusun Oleh :
In *Pelaksanaan Pekerjaan Galian Diversion Tunnel Dengan Metode Blasting Pada Proyek Pembangunan Bendungan Leuwikeris Paket 3, Kabupaten Ciamis Dan Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat* (Vol. 1, Issue 11150331000034).
- Sahubawa, L., & Ningtyas, P. (2012). Pengaruh Penggunaan Katalis NaOH Pada Reaksi Transesterifikasi Terhadap Kualitas Biofuel Limbah Minyak Tepung Ikan Sardin. *Saintek Perikanan*, 7(1), 88–93.
- Sandra, Sandra, Bambang Susilo, N. I. A. (2021). sintesis minyak kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) menjadi biodiesel menggunakan metil asetat dengan metode interesterifikasi. *Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 9(1), 1–10.
<https://doi.org/10.29303/jrpb.v9i1.176>
- Setyawati, A. (2018). *Penggunaan Campuran metanol-etanol pada sintetis biodiesel dari minyak jelantah dengan metode elektrolisis* 3(2), 91–102.