

UJI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK MINYAK JELANTAH (*Cooking Oil*) PADA BIODIESEL

Muhammad Luthfi Yusrizal¹, Lathifa Putri Afisna², Kezia Erlina Kristian³, Andi Setiawan⁴, Nurhapipah⁵, Shifa Aulia Zahra⁶

^{1,3,4,5,6}, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

², Fakultas Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

¹mluhtfiyusrizal14@gmail.com ²putr.afisna@ms.itera.ac.id

³kkeezziiaa@gmail.com ⁴andisetiawanryuzaki18@gmail.com

⁵hapihahnr23@gmail.com ⁶shifaaauliazahra988@gmail.com

Abstract

According to the Central Statistics Agency (BPS), Indonesia's oil reserves in 2020 will reach 4.17 billion barrels. Meanwhile, according to the SKK Migas project, oil demand will continue to grow from 82.8 million tons of petroleum equivalent (MTOE) to 112.9 MTOE in 2030, to 197.7 MTOE or the equivalent of 3.97 million barrels of oil per day in 2050. Therefore, it is necessary to develop alternative fuels that are renewable, more environmentally friendly, and affordable by the community. This research was conducted to process used cooking oil into biodiesel with different catalysts and influenced by different characteristics. The transesterification process reacted 250 ml of used cooking oil with 50 ml of methanol and NaOH and KOH. In the disposal process, the above solution is allowed to stand for 1 day after which it is deposited, and the solution will produce a barrier between the oil and the removed glycerol. The washing process is carried out by mixing the oil into water at a temperature of 50-60 °C for 20-30 minutes and after that discard the washing results. The characteristics of the 4 biodiesel that have been studied are only 3 out of 4 that have met the characteristics according to the SNI Quality Standards, namely the flash point, density, and water content.

Keyword: Cooking Oil, Biodiesel, Catalyst, Transesterification

Pendahuluan

Dinamika demografi penduduk Indonesia terus mengalami perkembangan yang dinamis. Berdasarkan data Administrasi Kependudukan (Adminduk) per Juni 2021, jumlah penduduk Indonesia adalah sebanyak 272.229.372 jiwa (Zudan, 2021). Seiring bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan akan bahan bakar minyak di Indonesia terus meningkat sedangkan cadangan minyak di Indonesia semakin menipis, menurut Badan Pusat Statistik (BPS) cadangan minyak bumi Indonesia pada 2020 mencapai 4,17 miliar barel. Menurut proyek SKK Migas, permintaan minyak akan terus tumbuh dari 82,8 juta ton setara minyak bumi (MTOE) menjadi 112,9 MTOE pada 2030, menjadi 197,7 MTOE atau setara 3,97 juta barel minyak per hari pada 2050. Perlu adanya perkembangan bahan bakar alternatif yang

terbarukan, lebih ramah lingkungan, dan terjangkau oleh masyarakat. Permasalahan tersebut sudah di selesaikan karena sudah ada bahan bakar alternatif yang terbarukan yakni biodiesel. Proses pembuatan biodiesel yakni dengan melakukan proses transesterifikasi dan minyak jelantah sebagai bahan utamanya.

Minyak Jelantah adalah minyak goreng yang sudah digunakan 2 – 3 kali penggorengan, dan dikategorikan sebagai limbah karena dapat merusak lingkungan dan dapat menimbulkan sejumlah penyakit. Penelitian menyatakan bahwa orang yang sering mengonsumsi makanan yang dimasak menggunakan minyak jelantah beresiko mengidap tekanan darah yang tinggi dibandingkan dengan mereka yang memasak menggunakan minyak baru untuk melakukan penggorengan.

Ditinjau dari komposisi kimianya, akibat dari banyaknya penggorengan mengakibatkan minyak jelantah mengandung senyawa karsinogenik yang dapat merusak kesehatan manusia karena mengandung senyawa-senyawa karsinogen seperti peroksida, epioksida, dan lain lain yang dapat mengurangi kecerdasan generasi berikutnya. Minyak goreng bekas lebih kental teksturnya dibandingkan dengan minyak goreng yang masih segar disebabkan oleh pembentukan dimer dan polimer asam dan gliserid di dalam minyak goreng bekas karena pemanasan. Perbedaan karakteristik minyak jelantah dengan minyak yang masih segar dapat dilihat pada Tabel.1.

Tabel.1 Perbandingan Komposisi Asam Lemak yang ada pada Minyak Bunga Matahari, Minyak Kedelai, dan Minyak Jelantah

Asam Lemak	Minyak Bunga Matahari	Minyak Kedelai	Minyak Jelantah
Lauric (12:0)	-	-	9,95
Myristic (14:0)	0,06	0,07	0,19
Palmitic (16:0)	5,68	10,87	8,9
Palmitoleic (16:0)	0,14	0,10	0,22
Searic (18:0)	3,61	3,66	3,85
Oleic (18:0)	34,27	23,59	30,71
Linoleic (18:3)	54,79	53,86	54,35
Linonelic (18:3)	0,07	6,49	0,27
Arachidic (20:0)	0,25	0,37	0,29
Gidoleic (20:1)	0,13	0,22	0,18
Bahenic (22:0)	0,69	0,45	0,61

Berdasarkan tabel diatas dapat dikatakan bahwa hampir semua kandungan asam yang ada pada minyak jelantah memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak yang masih segar.

Secara kimia, transesterifikasi (disebut juga alkoholisis) adalah mengambil molekul trigliserida atau kompleks asam, asam lemak bebas dinetralsisir, menghilangkan gliserol, dan membentuk alkil ester. Reaksi ini membutuhkan katalis, katalis digunakan untuk memperbesar laju reaksi dan rendemen. Secara teoritis, reaksi transesterifikasi adalah reaksi kesetimbangan. Pada reaksi ini sejumlah besar alkohol digunakan untuk mengarahkan reaksi ekuilibrium kekanan dan memproduksi metil ester, produk akhir yang diinginkan, dalam jumlah tinggi (Mahreni, 2010).

Logam alkali alkoksida NaOH dan KOH digunakan sebagai katalis pada proses transesterifikasi. NaOH dan KOH termasuk kedalam senyawa basa. Kekuatan basa pada suatu senyawa ditentukan oleh kemudahan gugus OH^- untuk meninggalkan senyawanya. Pada unsur-unsur golongan IA dari atas ke bawah jari-jari ionnya semakin besar. Ion yang semakin besar tersebut akan menarik gugus OH^- dengan lebih lemah karena memiliki jarak ikatan yang makin jauh. Hal tersebut menyebabkan sifat basanya menjadi lebih kuat. Berdasarkan urutan yang ada pada tabel periodik pada golongan IA (Alkali) dari atas ke bawah sifat basanya semakin kuat sehingga urutan kebasaan dari yang paling lemah ke yang paling kuat adalah $\text{NaOH} < \text{KOH} < \text{RbOH} < \text{CsOH}$. Reaksi transesterifikasi dapat berjalan cepat dengan melakukan pengadukan pada suhu pemanasan ($50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$) atau di bawah titik didih methanol ($64,7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Hasil dari proses transesterifikasi adalah gliserin dan trigliserida.

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan, biodiesel adalah bahan bakar cair yang berasal dari minyak nabati dan lemak yang memiliki sifat pembakaran yang mirip dengan bahan bakar minyak diesel konvensional (dari minyak bumi) (Mahfud, 2018). Biodiesel dapat diproduksi secara langsung dari minyak hewani atau lemak hewan, serta bisa juga diproduksi dari minyak nabati bekas (minyak jelantah). Biodiesel memiliki sifat *biodegradable*, tidak beracun, dan mudah terbakar dengan emisi lebih sedikit daripada diesel berbasis minyak bumi.

Biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbaharui karena bahan baku pembuatan biodiesel berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan (Knothe, 2005). Pada dasarnya semua lemak hewan atau minyak nabati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel berasal dari minyak jelantah, minyak sawit, minyak jarak, dan minyak kedelai (Zuhdi, 2002). Banyak perdebatan yang terjadi terutama pada kasus minyak kedelai, karena kedelai itu sendiri termasuk kedalam bahan pangan sehingga hal tersebut tidak wajar mengingat semakin banyaknya atau bertambahnya populasi manusia yang dapat meningkatkan kebutuhan terhadap bahan pangan.

Tabel.2. Standar Baku Mutu (Spesifikasi) Biodiesel Menurut SNI 7182:2015

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	SNI	Metode Uji
1.	Densitas (40°C)	g/mL	0,85 – 0,89	SNI 7182:2015
2.	PH	-	6 – 8	-
3.	Kadar Air	%-vol	Maks 0,05	ASTM D- 6304
4.	Titik Nyala	$^{\circ}\text{C}$	Min 100	SNI 7182:2015

Minyak Jelantah memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi bahan bakar biodiesel karena memiliki kadar asam lemak yang cukup tinggi dan mudah didapatkan dibandingkan dengan bahan lainnya. Kandungan asam lemak inilah yang akan di esterifikasikan dengan methanol dan akan menghasilkan biodiesel atau trigliserida dari campuran tersebut. Langkah selanjutnya trigliseridanya di transesterifikasikan dengan methanol dan juga akan

menghasilkan biodiesel atau trigliserida dan gliserol. Kedua proses tersebut membuat minyak jelantah memiliki nilai yang tinggi. Dalam proses pembuatan biodiesel ada Standar Baku Mutu yang telah ditetapkan menurut SNI 7182:2015 sebagaimana dalam Tabel.2.

Metode Penelitian

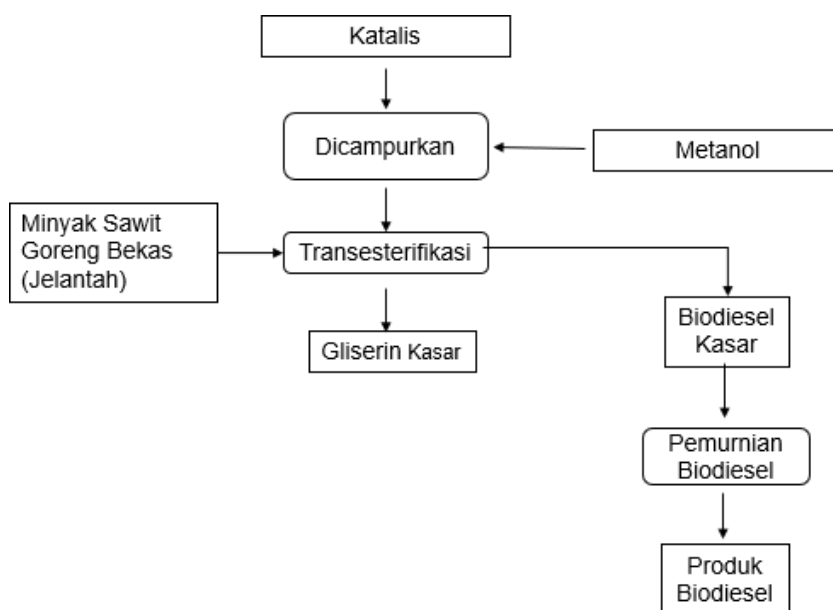
1.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif mengenai pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel dengan menggunakan proses Transesterifikasi.

1.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan diantaranya: Minyak Jelantah (Cooking Oil) 1.5L, Methanol 99% 300mL, Natrium Hidroksida (NaOH) 2,4 gram, Kalium Hidroksida (KOH) 2,4 gram, dan air secukupnya. Alat yang digunakan pada penelitian kali ini adalah 6 buah botol kaca berukuran 250ml, 6 buah botol plastik berukuran 460ml, gelas ukur, corong, wajan, pemanas, termometer gun, timbangan, piknometer, kertas lakmus, dan oven.

1.3 Prosedur Kerja



Gambar.1 Pembuatan Biodiesel Menggunakan Proses Transesterifikasi

Proses Transesterifikasi

Sebanyak 1500 ml minyak jelantah dipanaskan dengan suhu sekitar 50-60 derajat celcius di pisah menjadi 6 bagian masing-masing bagian sebanyak 250 ml setelah itu dicampurkan dengan campuran methanol sebanyak 50 ml dalam 1 botol dan setiap botol memiliki jenis katalis dan jumlah katalis yang berbeda yakni sebanyak 0.7g, 0.8g, dan 0.9g NaOH dan KOH. Langkah selanjutnya aduk sampai tercampur rata dan diamkan campuran selama 1 hari.

Proses Pembuangan

Campuran yang sudah didiamkan selama 1 hari akan menghasilkan 1 sekatan antara minyak dan gliserol. Gliserol yang dihasilkan bisa kita buang karena pada proses selanjutnya yang akan digunakan hanya trigliseridanya.

Proses Pencucian

Hasil dari proses pembuangan masih menyisakan sisa-sisa gliserol pada trigliserida. Langkah selanjutnya cuci trigliserida dengan air panas pada suhu sekitar 50-60 °C, campurkan air panas dengan trigliserida dan diamkan selama 20-30 menit. Pada proses tersebut mengakibatkan trigliseridanya bersih dari sisa-sisa campuran methanol dan katalis.

Proses Pembuangan

Campuran yang didiamkan selama 20-30 menit akan menghasilkan sekatan yang memisahkan antara sisa-sisa gliserol dan trigliserida yang bersih. Langkah selanjutnya buang air tersebut dan ambil trigliseridanya.

1.4 Analisa Karakteristik Biodiesel

1.1 Densitas

Untuk mengukur nilai densitas pada biodiesel alat yang akan digunakan yakni piknometer. Piknometer yang digunakan sebaiknya dicuci terlebih dahulu dan dikeringkan agar mendapatkan hasil yang baik pada saat pengukuran densitas biodiesel tersebut. Piknometer yang sudah kering kemudian ditimbang dalam keadaan kosong dan dicatat beratnya dalam gram. Sampel dimasukkan ke dalam piknometer dan ditutup. Diperhatikan lagi pada piknometer tidak ada gelembung yang tersisa. Langkah selanjutnya timbang kembali berat alat piknometer dan hitung densitas dengan masa sampel per volume.

$$\rho = \frac{W_t - W}{V}$$

W_t adalah masa piknometer ditambah sampel, W adalah masa piknometer kosong, dan V adalah volume biodiesel yang ada pada piknometer.

1.2 PH

Pengukuran PH menggunakan kertas lakmus, cara menggunakan kertas lakmus yakni dengan mencelupkan kertas lakmus kedalam biodiesel selama 2-5 detik.

1.3 Kadar Air

Untuk mengukur kadar air dilakukan dengan cara menimbang berat awal sampel dan dicatat langkah selanjutnya masukkan sampel kedalam oven dan panaskan pada suhu 100 °C selama 60 menit. Catat kembali berat sample setelah di panaskan. Untuk menghitung kadar air menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

Dimana:

m_2 = berat akhir sampel

m_1 = berat awal sampel

1.4 Titik Nyala

Untuk mencari nilai titik nyala bisa menggunakan sebuah alat yang namanya thermometer gun. Alat tersebut dapat menentukan besarnya suhu dalam derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) dengan mengarahkannya pada sumber api.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel pada penelitian kali ini menggunakan perbandingan minyak jelantah dan methanol terhadap variasi katalis dan jumlah katalis yang berbeda. Penelitian ini menggunakan minyak jelantah sebanyak 250 mL dan methanol 50 mL di setiap perbedaan dan jumlah katalis. Berdasarkan hasil uji karakteristik biodiesel dapat dilihat pada Tabel.3.

Tabel.3 Hasil Penelitian Karakteristik Biodiesel

Karakteristik	Satuan	SNI	Hasil Pengukuran					
			Biodiesel (NaOH)			Biodiesel (KOH)		
			0,7g	0,8g	0,9g	0,7g	0,8g	0,9g
Densitas	g/mL	0,85 – 0,89	0,86	-	-	0,864	0,865	0,866
PH	-	6 - 8	8	-	-	9	10	11
Kadar Air	%-vol	Maks 0,05	0,28	-	-	0,31	0,31	0,34
Titik Nyala	$^{\circ}\text{C}$	Min 100	146	-	-	172	242	272

Terdapat perbedaan pada hasil pengujian karakteristik biodiesel. Ada beberapa parameter karakteristik biodiesel yang sudah memenuhi SNI 7182:2015 dan ada juga yang tidak memenuhi standar parameter karakteristik yang sudah ditentukan, dapat dilihat pada tabel 3.

Tidak terdapat nilai pada karakteristik biodiesel dengan katalis NaOH seberat 0,8g dan 0,9 g. Hal ini dikarenakan pada saat proses transesterifikasi campuran minyak jelantah dengan campuran methanol dan katalis mengalami pengerasan yang berakibat tidak dapat di proses pada proses selanjutnya. Hanya biodiesel dengan katalis NaOH seberat 0,7g yang tidak mengalami pengerasan dan dapat diteliti pada proses selanjutnya. Konsentrasi katalis NaOH yang berlebih tidak akan menghasilkan metil ester karena seluruh minyak akan berubah menjadi sabun (Mastutik, 2006).

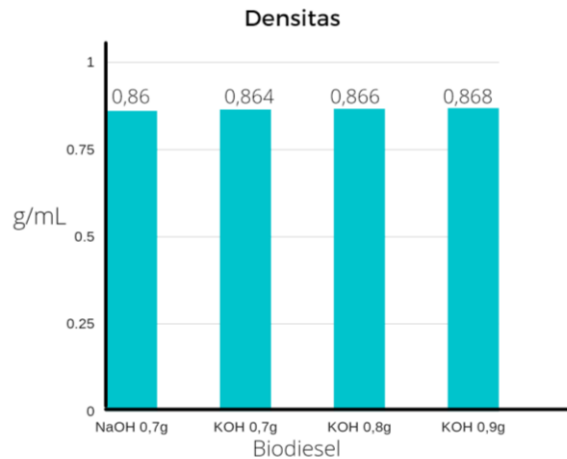
Analisis Karakteristik

1.1 Densitas

Rantai asam lemak, ketidakjenuhan, dan temperatur lingkungan dapat mempengaruhi densitas atau berat jenis minyak pada biodiesel (Formo, 1979). Semakin banyak jumlah ikatan rangkap yang terdapat pada biodiesel semakin berkurangnya jumlah densitas pada biodiesel. Kejenuhan dapat mempengaruhi Densitas.

Biodiesel yang sudah di proses selanjutnya di analisa karakteristiknya salah satunya yaitu densitas. Untuk mengukur nilai massa jenis atau densitas bisa menggunakan piknometer. Piknometer yang kami gunakan yakni

piknometer yang memiliki volume sebesar 10 mL. Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari uji densitas.



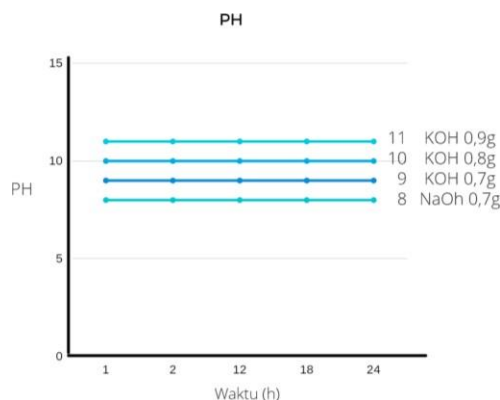
Gambar.2 Pengaruh Jumlah dan Jenis Katalis Terhadap Densitas Biodiesel

Berdasarkan Gambar.2 jumlah dan jenis katalis berpengaruh terhadap densitas biodiesel. Pada gambar tersebut terdapat perbedaan nilai densitas pada produk biodiesel. Biodiesel (NaOH 0,7g) memiliki nilai densitas sebesar 0,860 g/mL, biodiesel (KOH 0,7g) sebesar 0,864 g. mL, biodiesel (KOH 0,8g) sebesar 0,865 g. mL, dan biodiesel (KOH 0,9g) sebesar 0,866 g.mL, jika dibandingkan dengan SNI biodiesel, semua nilai densitas biodiesel memenuhi syarat ukuran densitas yang sudah ditetapkan oleh SNI 7182:2015 yakni sebesar 0,85-0,89 (g/mL). Besarnya nilai densitas yang didapatkan disebabkan oleh adanya zat pengotor seperti sabun kalium dan gliserol hasil dari reaksi penyabunan, asam-asam lemak yang tidak terkonversi menjadi metil ester (biodiesel), air, kalium hidroksida sisa, kalium metoksida ataupun sisa metanol yang menyebabkan massa jenis biodiesel menjadi lebih besar begitu sebaliknya jika penggunaan katalis basa kecil menyebabkan massa jenis biodiesel menjadi rendah. Massa jenis berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh pembakaran persatuan volume bahan bakar. Besarnya nilai densitas menyatakan bahwa banyaknya komponen yang terkandung di dalamnya. Banyaknya komponen yang terkandung dalam minyak memperpanjang proses atomisasi komponen-komponen penyusun minyak saat pembakaran, sehingga meningkatkan nilai kalor hasil pembakaran minyak. (Peterson,2001)

1.2 PH

Waktu reaksi berpengaruh terhadap proses pencampuran. Semakin lama waktu reaksi yang dilakukan maka kontak antar zat semakin besar sehingga menghasilkan konversi yang besar.

Variabel pertama yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah waktu reaksi. Variasi waktu reaksi yang dilakukan pada penelitian ini adalah 1 jam, 2 jam, 12 jam, 18 jam, dan 24 jam. Adapun pengaruh waktu reaksi terhadap PH biodiesel dapat dilihat pada Gambar.3

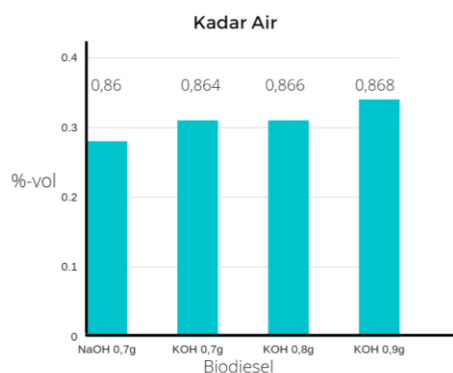


Gambar.3. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap PH Biodiesel

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu reaksi tidak berpengaruh terhadap pH biodiesel. Reaksi transesterifikasi yang dilakukan pada pembuatan biodiesel hanya memerlukan waktu selama 1 jam, tetapi memerlukan waktu yang cukup lama untuk membuat gliserol dari hasil proses transesterifikasi mengendap.

Gambar.3. memperlihatkan pengaruh waktu reaksi terhadap pH biodiesel. Standar baku mutu pH biodiesel yang sudah ditentukan oleh SNI 7182:2015 adalah 6-8. Pada gambar tersebut hanya biodiesel dengan katalis NaOH 0,7-gram saja yang memenuhi karakteristik pH biodiesel yang ditetapkan oleh SNI 7182:2015, sedangkan untuk biodiesel yang menggunakan katalis KOH (0,7-gram, 0,8-gram, dan 0,9-gram) tidak memenuhi pH biodiesel yang ditetapkan oleh SNI 7182:2015. Hal ini dikarenakan jenis katalis yang digunakan berpengaruh terhadap pH biodiesel. Semakin tinggi kadar basa dan banyaknya katalis yang digunakan maka semakin tinggi pH biodiesel.

1.3 Kadar Air



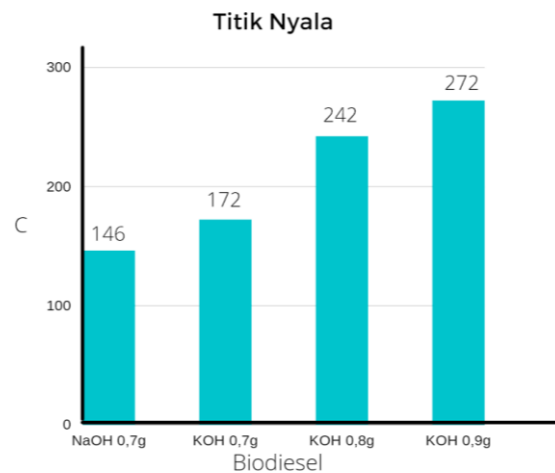
Gambar.4. Pengaruh Jenis dan Jumlah Katalis Terhadap Kadar Air Biodiesel

Gambar. 4 menunjukkan kadar air biodiesel, yaitu 0,31, 0,31, 0,34 dan 0,28 dalam besaran (%-Volume). Variabel pembanding standar baku mutu kadar air biodiesel yang ditetapkan oleh SNI 7182:2015 sebesar 0,5%. Pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan kadar air pada biodiesel dengan jenis dan jumlah katalis yang berbeda, yakni biodiesel (NaOH 0,7g) dan biodiesel (KOH 0,7g, 0,8g, dan 0,9g). Jumlah air dalam biodiesel

berpengaruh terhadap pembakaran biodiesel, seberapa cepat proses pembakaran terjadi dan seberapa cepat api menyebar. Adanya kandungan air dalam biodiesel mengakibatkan berkurangnya panas pembakaran, korosifitas, dan pembusaan. Kadar air tinggi dapat meningkatkan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa biodiesel dengan katalis NaOH seberat 0.7-gram mendapatkan hasil yang terbaik dibandingkan biodiesel lainnya karena memiliki kadar air terendah pada uji karakteristik kadar air biodiesel, meskipun varian biodiesel dengan katalis KOH seberat 0.9-gram memiliki jumlah kadar air tertinggi, tetapi nilai tersebut tetap masuk kedalam Standar Baku Mutu menurut SNI.

1.4 Titik Nyala

Titik Nyala (Flash Point) merupakan titik nyala dari suatu bahan bakar pada suhu terendah dimana bahan bakar menghasilkan uap yang bercampur dengan udara dan membentuk campuran yang menyala atau terbakar. Semakin tinggi nilai titik nyala pada pembakaran bahan bakar semakin lama bahan bakar tersebut menyala atau terbakar hal ini dikarenakan kecepatan penguapan yang lambat (*Misbachudin, 2017*).



Gambar.5. Pengaruh Jenis dan Jumlah Katalis Terhadap Titik Nyala Biodiesel

Pada Gambar.5 didapatkan nilai titik nyala pada biodiesel (NaOH 0,7g), biodiesel (KOH 0,7g), biodiesel (KOH 0,8g), dan biodiesel (KOH 0,9g). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semua hasil yang didapatkan dari biodiesel sesuai dengan standar mutu biodiesel Indonesia dimana pada standar tersebut untuk titik nyala minimal 100 °C. Hal tersebut sesuai dengan literatur semakin besar jumlah katalis maka konversi biodiesel akan semakin kecil dikarenakan semakin besar terjadinya proses penyabunan. Proses ini akan menyebabkan tingginya titik nyala pada biodiesel karena kandungan fraksi ringan (alkohol) semakin rendah, karena tingginya temperatur yang dibutuhkan biodiesel untuk menyala (*Mittelbach dan Remschmidt, 2006*).

Hasil yang ditunjukkan pada gambar.5 menyatakan bahwa jenis katalis berpengaruh terhadap nyala api. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar

basa katalis yang digunakan semakin besar nyala api pada pembakaran biodiesel. Hal tersebut terjadi karena tingginya reaksi sampingan yakni reaksi penyabunan.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Jumlah dan jenis katalis berpengaruh terhadap densitas dan titik nyala api pada biodiesel. Semakin tinggi kadar basa katalis yang digunakan maka semakin tinggi juga karakteristik densitas yang didapatkan. Dan semakin tinggi karakteristik densitas yang di dapatkan maka semakin tinggi juga nilai kalor pada pembakaran.
2. Waktu reaksi tidak berpengaruh terhadap PH biodiesel sedangkan jumlah dan jenis katalis yang digunakan pada pembuatan biodiesel berpengaruh terhadap PH biodiesel. Semakin tinggi jumlah dan kadar basa pada katalis yang digunakan maka semakin tinggi juga PH biodiesel yang diperoleh.
3. Kadar air pada biodiesel dipengaruhi oleh jumlah dan jenis katalis. Semakin tinggi jumlah dan jenis katalis yang digunakan maka semakin tinggi juga kadar air yang dihasilkan.
4. Keempat karakteristik biodiesel yang sudah di lakukan pengujian terhadap produk biodiesel hanya biodiesel dengan katalis NaOH sebesar 0,7g yang dapat memenuhi ke-4 karakteristik biodiesel yang sudah ditentukan oleh SNI 7182:2015.

Daftar Pustaka

- Adhari, H., Y., dan Syelvya P. U. (2016). *Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Dengan Katalis ZnO Presipitan Zinc Karbonat: Pengaruh Waktu Reaksi Dan Jumlah Katalis* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Cahyati, E. D., & Pujaningtyas, L. (2017). *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Transesterifikasi Menggunakan Katalis KOH* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Djayasinga, R., Fitriany, K., dkk. (2021). *Pelatihan Pembuatan Biodiesel Berbahan Baku Minyak Jelantah Kepada Komunitas Pengguna Teknologi Tepat Guna*. http://tabikpun.fmipa.unila.ac.id/index.php/jpkm_tp/article/view/36/24. Diakses pada tanggal 4 Maret 2022 jam 10:22 WIB
- Irtawaty, A. S., Ulfah, M., & Armin. (2020). *Pengolahan Daur Ulang Minyak Bekas Menjadi Biodiesel Untuk Sumber Energi Alternatif Di Kelurahan Karya Merdeka Kabupaten Kutai Kertanegara*. *Abdimas Universal*, 2(2), 61-65.
- Jayani, D. H. (2021). *Indonesia Miliki 4 Miliar Barel Cadangan Minyak Bumi Pada 2020*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/12/03/indonesia-miliki-4-miliar-barel-cadangan-minyak-bumi-pada-2020>, diakses pada tanggal 8 Maret 2022 pukul 15.28 WIB.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2019). *STANDAR DAN MUTU (SPESIFIKASI) BAHAN BAKAR NABATI (BIOFUEL) JENIS BIODIESEL SEBAGAI BAHAN BAKAR LAIN YANG DIPASARKAN DI DALAM NEGERI*, No. 189 K/10/DJE/2019. Direktur Jenderal Energi Baru Terbarukan Dan Konservasi Energi. Jakarta.

- Permana, E., Naswir, M., Sinaga, M. E. T., Alfairuz, A., & Murti, S. S. (2020). Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah Berdasarkan Proses Saponifikasi dan Tanpa Saponifikasi. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 6(1), 26-31.
- Prakoso, A. A. (2021). *Biodiesel – Pengertian, Bahan Baku, Kelebihan, Efisiensi Mesin & Energi*. <https://rimbakita.com/Biodiesel/>, diakses pada tanggal 7 Maret 2022 pukul 12.15 WIB.
- Putri, C. A. (2022). 2021 Melempem, Produksi Minyak 2022 Digenjot Ke 703.000 Barel. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20220117180234-4-308103/2021-melempem-produksi-minyak-2022-digenjot-ke-703000-barel>, diakses pada tanggal 16 Maret 2022 pukul 14.40 WIB.
- Sarungu, S., Lukman, L., & Paelongan, S. L. P. (2021). *ANALISA KARAKTERISTIK BIODIESEL HASIL TRANSESTERIFIKASI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN KATALIS KOH. PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 3(2), 76-93.
- Yusmartini, E. S. (2020). Transesterifikasi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Rfccu Base Chemical Al₂O₃. *Jurnal Distilasi*, 4(2), 27-32.