

## PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN PROSES *REACTIVE SEPARATION*

Yoel Pasae<sup>1)</sup>, Lyse Bulo<sup>1)</sup>, Noviani Lola<sup>2)</sup>, Titus Tandi Seno<sup>3)</sup>, Karel Tikupadang<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar

<sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar

<sup>3)</sup> Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar

<sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar

### ABSTRACT

In this study the reactive separation process was applied to carry out the transesterification reaction between used cooking oil and methanol using two types of catalysts, NaOH and zeolite. The purpose of this study was to determine the effectiveness of the Reactive Separation process through the amount of excess methanol in the reaction process that can be recovered and the characteristics of the biodiesel produced. The results showed that the reactive separation process can carry out the reaction process and recovery process of methanol with a yield of biodiesel 94.57% and recovery methanol of 29.36% for the catalyst process NaOH, and biodiesel yield of 97.14% and recovery of methanol by 29.85 % for zeolite catalyzed processes. The biodiesel characteristics of the two types of catalysts, some of which have met the qualifications of the Indonesian National Standard.

**Keywords:** *Reactive Separation, Biodiesel, Recovery Methanol*

### 1. PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang diproduksi dengan reaksi transesterifikasi dan esterifikasi menggunakan bahan baku minyak tumbuhan atau lemak hewan yang direaksikan dengan alkohol rantai pendek seperti metanol atau etanol dengan bantuan katalis (Pasae, 2019). Berbagai penelitian tentang teknologi proses produksi biodiesel telah dikembangkan dengan tujuan untuk mendapatkan proses produksi yang efisien dan ekonomis. Salah satu jenis proses yang menarik untuk dikembangkan pada proses produksi biodiesel yaitu proses *reactive separation*.

Proses *reactive separation* adalah proses dimana reaksi dan pemisahan terjadi dalam satu unit alat yang sama. Trigliserida dalam minyak nabati dikonversi menjadi produk biodiesel di unit reaksi dengan penambahan alkohol dan katalis, kemudian dimurnikan dan dipisahkan. Dengan penggunaan teknologi *reactive separation*, metanol yang digunakan juga bisa direcycle kembali untuk menjadi reaktan sehingga lebih ekonomis. Penggunaan teknologi *reactive separation* pada suatu reaksi akan mempercepat reaksi mencapai kesetimbangan. Untuk beberapa proses kimia, *reactive separation* memberikan beberapa keuntungan yaitu: *reactive separation* merupakan penggabungan antara reaksi dan pemisahan dalam satu unit proses sehingga produk yang dihasilkan dari *reactive separation* mempunyai harga konversi yang tinggi, kemurnian yang tinggi, selektivitas yang tinggi dan dengan penggunaan *reactive separation* bisa mengurangi biaya produksi sehingga lebih ekonomis (Kiss AA & Bildea CS, 2012)

Selain jenis proses yang diterapkan, keberadaan katalis juga sangat menentukan dalam produksi biodiesel. Secara umum, katalis yang digunakan dalam reaksi kimia ada tiga jenis, yaitu katalis homogen, katalis heterogen dan enzim (Nasikin dan Bambang 2016). Umumnya, biodiesel konvensional diproduksi menggunakan katalis homogen NaOH dan KOH, tetapi proses ini memerlukan tahapan pemisahan produk. (Devitria, 2013). Oleh sebab itu telah dikembangkan juga penggunaan katalis heterogen seperti CaO Superbasa dan zeolite berbasis bahan alam (Pasae, 2019).

Dalam penelitian ini dilakukan produksi biodiesel berbasis minyak jelantah menggunakan katalis NaOH dan zeolite. Katalis NaOH adalah golongan katalis homogen, sedangkan zeolite adalah golongan katalis heterogen. Oleh sebab itu dalam penelitian ini performa kedua katalis akan dibandingkan berdasarkan kemampuannya untuk merubah trigliserida dan asam lemak dalam Minyak jelantah menjadi ester dengan menggunakan *Reactive Separation* dan memperbandingkan karakteristik biodiesel yang dihasilkan.

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Nama Yoel Pasae, Telp 085342848474, ypasae@ukipaulus.ac.id

## 2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri atas tahap persiapan meliputi pemurnian minyak jelantah dan penyiapan katalis, produksi biodiesel dan uji karakteristik. Adapun uraian dari tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

### Pemurnian Minyak Jelantah dan Penyiapan Katalis

Pemurnian minyak jelantah merujuk pada prosedur yang dilakukan oleh Pasae Y, dkk (2019). Arang kayu aktif digerus sampai halus menjadi serbuk. Kemudian arang kayu aktif yang telah halus sebanyak 25 g dicampur dengan 1000 ml minyak jelantah tanpa dilakukan pemanasan. Kemudian diaduk Diamkan selama 1 jam lalu disaring menggunakan kain saring.

NaOH yang digunakan sebagai katalis ditimbang, kemudian dilarutkan dalam methanol untuk memperoleh larutan metoksida. Untuk zeolite dilakukan aktivasi dengan prosedur sebagai berikut: zeolit yang telah dikeringkan, dimasukkan dalam botol dan ditetesi dengan  $H_2SO_4$ . Lalu kemudian dilakukan pengadukan selama 30 menit. Selanjutnya campuran didiamkan selama 24 jam, kemudian dikalsinasi dalam tanur selama 2 jam pada suhu  $450\text{ }^{\circ}C$ .

### Proses Produksi Biodiesel

Minyak jelantah yang telah dimurnikan sebanyak 3500 ml, methanol 1000 ml, dan katalis 1,7 g dimasukan ke dalam peralatan reactive separation. Proses reaksi dilangsungkan pada suhu  $65\text{ }^{\circ}C$  dan waktu 2 jam. Setelah waktu reaksi tercapai, dilakukan recovery metanol pada suhu  $75\text{ }^{\circ}C$  selama beberapa menit sampai tidak terdapat lagi tetesan methanol yang keluar dari kondenssor. Produk dialirkan ke kolom pemisah untuk melihat fasa yang terbentuk. Biodiesel berada pada lapisan atas, dan gliserol berada di lapisan bawah. Biodiesel dan gliserol dicuci dengan menggunakan air. Setelah pencucian selesai, air dikeluarkan, kemudian gliserol (diukur volumenya). Biodiesel dialirkan ke tangki penampung untuk diupkan menghilangkan sisa-sisa air dan zat-zat yang lainnya selama 2 jam. Biodiesel yang diperoleh ditampung dan di analisa karakteristiknya.

### Uji Karakteristik

Uji karakteristik dilakukan dengan merujuk pada SNI-04-7182-2015. Pada penelitian ini karakteristik biodiesel yang dianalisa adalah densitas, viskositas, bilangan asam, bilangan iodine, dan bilangan penyabunan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemurnian Minyak Jelantah dan Penyiapan katalis

Minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai jenis kuliner di Kota Makassar dan memiliki kadar asam lemak bebas (FFA) sebesar 4,77%. Setelah dilakukan proses pemurnian maka kadar asam lemak bebas turun menjadi 2,17%. Katalis yang digunakan yaitu katalis NaOH yang diperoleh dari toko bahan kimia ini ditimbang 1,74 g atau setara dengan 0,05 %-b minyak yang digunakan. Setelah ditimbang katalis NaOH dilarutkan dalam metanol hingga NaOH larut sempurna. Katalis lain yang digunakan dalam penelitian ini ialah zeolit alam, yang juga diperoleh dari toko bahan kimia di Kota Makassar. Zeolit digerus hingga halus, kemudian zeolit dimasukan kedalam botol kaca transparan dan ditetesi dengan  $H_2SO_4$  pekat hingga semua permukaan zeolit basah kemudian dikocok kuat. Setelah itu, zeolit kemudian disimpan selama 24 jam pada suhu kamar, setelah itu dikalsinasi pada suhu  $450\text{ }^{\circ}C$  selama 2 jam. Selanjtnya zeolite siap digunakan sebagai katalis.

### Proses Produksi Biodiesel

Proses utama dalam produksi biodiesel dalam penelitian ini adalah tahap transesterifikasi yang menggunakan proses *reactive separation* dimana dalam satu alat tersebut akan terjadi reaksi dan juga pemisahan sekaligus akan terjadi *recovery* metanol. Penggunaan katalis NaOH dan katalis asing-masing dilakukan 2 kali run. Minyak dengan volume 3500 ml direaksikan dengan 1000 ml metanol dan 1,74 g katalis pada suhu reaksi  $65\text{ }^{\circ}C$  selama 2 jam. Diperlukan waktu untuk pemansan awal reactor dari suhu  $30\text{ }^{\circ}C$  sampai suhu reaksi  $65\text{ }^{\circ}C$ . Ditetapkannya temperatur reaksi  $65\text{ }^{\circ}C$  (mendekati titik didih metanol) agar diperoleh konversi yang tinggi dalam waktu yang singkat. Jika menggunakan temperatur rendah pun boleh, namun membutuhkan waktu reaksi yang lebih lama untuk menghasilkan konversi yang lebih tinggi (Freedman *et al.*, 1986).

Setelah waktu reaksi selesai dilakukan proses *recovery* metanol dengan cara menaikkan suhu reactor sampai mencapai  $75\text{ }^{\circ}C$  selama kurang lebih 30 menit hingga tidak ada lagi tetesan metanol. Setelah proses *recovery* methanol dilakukan pendinginan selama 1 jam, lalu produk hasil reaksi dialirkan ke kolom pemisah. Dalam

kolom ini terjadi pemisahan antara gliserol dan biodiesel. Sebelum dipisahkan produk hasil reaksi dicuci dengan air. Setelah itu akan terbentuk 3 fase yaitu biodiesel, gliserol, dan air. Selanjutnya fasa air pada bagian bawah dikeluarkan dari kolom pemisah, gliserol yang ditampung dalam wadah penampungan, dan biodiesel dialirkan ke dalam penguapan untuk dipanaskan kembali selama 2 jam agar air yang mungkin saja terkandung dalam biodiesel dapat menguap. Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 1 diketahui bahwa % yield biodiesel dari proses yang menggunakan katalis zeolit memiliki yang lebih besar di dibandingkan dengan biodiesel dari proses berkatalis NaOH. Hal ini bisa saja terjadi karena pada saat reaksi berlangsung NaOH dan minyak lebih juga dapat terjadi reaksi penyabunan sehingga membentuk sebagian minyak membentuk sabun. Pada tahapan proses *recovery* metanol yang dilangsungkan pada suhu 75 °C, methanol akan mulai mengalir seketika setelah kran *recovery* dibuka. Pada saat proses *recovery* telah berlangsung 1 jam, aliran methanol mulai melemah hingga berhenti menetes. Tabel 1 juga menginformasikan persentasi *recovery* metanol yang diperoleh dari masing-masing katalis yaitu 29,36 % dari proses berkatalis NaOH, dan 29,85 % dari proses berkatalis zeolit.

Dari grafik yang ditampilkan terlihat bahwa massa jenis dengan katalis Zeolit lebih besar dibandingkan massa jenis dengan katalis NaOH. Analisis densitas yang dilakukan menggunakan piknometer 25 ml, dari grafik juga menunjukkan bahwa densitas biodiesel dengan menggunakan katalis NaOH lebih rendah dibandingkan densitas biodiesel dengan menggunakan katalis zeolit. Bila dibandingkan dengan densitasnya yang berdasarkan SNI-04-7182-2015, dimana harga densitas ialah 850-890 kg/m<sup>3</sup> maka terlihat bahwa biodiesel hasil penelitian ini berada diatas standar yang semestinya. Hal ini terjadi karena minyak yang digunakan tidak jenuh (Lilianti, 2018).

Hasil analisa viskositas dari kedua biodiesel menunjukkan perbedaan, viskositas biodiesel dengan katalis zeolit lebih tinggi dibandingkan viskositas biodiesel dengan menggunakan katalis NaOH. Jika dibandingkan dengan spesifikasi Biodiesel berdasarkan SNI-04-7182-2015, dimana harga viskositasnya ialah 2,3-6,0 maka biodiesel hasil penelitian ini belum memenuhi syarat tersebut. Pada analisa bilangan asam terlihat bahwa nilai bilangan asam dengan menggunakan katalis NaOH jauh lebih rendah dibandingkan bilangan asam biodiesel yang menggunakan katalis zeolit. Menurut SNI-04-7182-2015, bilangan asam biodiesel yang maksimum adalah 0,6 mg NaOH/g minyak. Jadi bilangan asam biodiesel dalam penelitian ini untuk katalis NaOH memenuhi syarat sedangkan untuk katalis zeolit belum memenuhi. Selanjutnya hasil analisa bilangan Iodine adalah menunjukkan bilangan iodine dari biodiesel berkatalis zeolit lebih tinggi dibandingkan bilangan iodine biodiesel berkatalis NaOH. Jika bilangan iodine biodiesel dari kedua katalis ini dibandingkan dengan karakteristik menurut SNI-04-7182-2015 yang memiliki nilai yaitu maks. 115 g-I<sub>2</sub>/100g maka nilai iodine untuk biodiesel dalam penelitian ini memenuhi syarat. Pada analisa bilangan penyabunan menunjukkan bahwa bilangan penyabunan pada biodiesel dengan berkatalis zeolit lebih rendah dibandingkan dengan bilangan penyabunan biodiesel ber katalis NaOH.

Tabel 1. Perolehan biodiesel (yield), methanol recovery, dan karakteristik biodiesel

Jenis Katalis	Metanol berlebih	Metanol recovery (%)	Yield Biodiesel (%)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Viskositas (cSt)	Bil. Asam (mg-KOH/g)	Bil. Penyabunan (mg-KOH/g)	Bil. Iodine (mg-I <sub>2</sub> /g)
NaOH	378,05	29,36	94,57%	896,990	28,21	0,51	134.64	6.13
Zeolit	378,05	29,85	97,14%	911,902	44,77	3,72	114.15	6.32

#### 4. KESIMPULAN

- 1) Berdasarkan yield biodiesel yang dihasilkan maka proses *reactive separation* efektif digunakan untuk proses produksi biodiesel dari minyak jelantah, baik menggunakan katalis NaOH maupun zeolite.
- 2) Proses *Reactive separation* juga telah dapat digunakan untuk merecovery methanol hingga diperoleh persen recovery 29,85% dari kelebihan methanol stoikiometri.
- 3) Bilangan asam dan bilangan iodine biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian telah memenuhi ketetapan dalam SNI. Tetapi bilangan penyabunan, densitas dan viskositas belum memenuhi SNI.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Devitria, Rosa., Nurhayati., Anita., Sofia. 2013. Sintesis Biodiesel Dengan Katalis Heterogen lempung Cengar Yang Diaktivasi Dengan NaOH: Pengaruh NaOH Loading. Prosiding Semirata FMIFA. Universitas Lampung.

- [2] Justino, 2017, “Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan menggunakan katalis cangkang kerang”, Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar.
- [3] Kiss AA, Bildea CS (2012). *A Review on Biodiesel Production By Integrated Reactive Separation Technologies*. *J Chem Technol Biotechnol* 87:861–879. doi:[10.1002/jctb.3785](https://doi.org/10.1002/jctb.3785)
- [4] Mittlebach, M., Remschmidt, Claudia. 2004, *Biodiesel The Comprehensive Handbook*. Vienna: Boersedruck Ges.m.bH.
- [5] Nasikin Mohammad, Bambang Heru Susanto, Muhammad Adam Hirsaman, Anondho Wijanarko. 2009. *Biogasoline from palm oil by Simultaneous Cracking and Hydrogenation Reaction Over Nimo/Zeolite Catalyst*. *World Applied science* (5), hal. 74-75, ISSN.
- [6] Pasae Y and Lydia Melawaty. 2016. *In Situ Transesterification of Sterculia Seeds To Production Biodiesel*. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 11(1): 634-638.
- [7] Pasae Y., Leste J., Bulu L., Tandiseno T., and Tikupadang K., 2019. *Biodiesel Production From Waste Cooking Oil With Catalysts From Clamshell*. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 14 (3): 596-599.
- [8] Pasae Y, Bulu L., Tandiseno T., and Tikupadang K., 2019 "The Use of Super Base CaO from Eggshells as a Catalyst in the Process of Biodiesel Production", *Materials Science Forum*, Vol. 967, pp. 150-154, 2019
- [9] Standar nasional Indonesia SNI 7182:2012

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Direktorat Jenderal Penguatan Research dan Inovasi, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas fasilitasi penelitian melalui penyediaan biaya skim Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) tahun anggaran 2019.