

PRODUKSI BIODIESEL DARI DEDAK PADI DENGAN METODE *IN-SITU* DUA TAHAP MENGGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT DAN CaO/HYDROTALCITE

**Yustia Wulandari
Mirzayanti**

Tenaga Pengajar (Dosen)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jurusan Teknik Kimia
yustia.wulandari_che@itats.ac.id

Devitasari

Mahasiswa S1
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Fakultas Teknologi Industri
Jurusan Teknik Kimia

Ayu Alisa

Mahasiswa S1
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Fakultas Teknologi Industri
Jurusan Teknik Kimia

In this study, biodiesel is made from rice bran vegetable oil. Biodiesel production was carried out by the in-situ method using two-sides using sulfuric acid catalysts and CaO/hydrotalcite. The solvent used was methanol as an oil component in the material and a reactant in the formation of FAME and n-hexane as a solvent to increase the yield of rice bran oil extraction. CaO/hydrotalcite to the yield of biodiesel produced and composition of biodiesel at the highest yield. As much as 50 grams of rice bran was put into a three-neck flask, then 50 ml of n-hexane were added. Next, 1 ml mixture of a sulfuric acid catalyst and 250 ml of methanol were added. Then, the mixture was reacted at 65°. Add stirring to 600 rpm for 90 minutes. Reheating after 90 minutes and a sample of 2.5 grams was taken for FFA testing. Next, the CaO/hydrotalcite catalyst in 10 ml of methanol with a mass variation of 1; 1,5; and 2 grams are added to the reaction flask. The mixture was reacted again at a temperature of 65 °Suitably stirrings 600 rpm for 90 minutes. Based on the BET test results, the CaO/hydrotalcite catalyst surface area was 200.13 m²/g. The best results obtained on CaO/hydrotalcite catalysts were 2 grams with a biodiesel yield of 9.56%. In the highest biodiesel yield, the FAME component is preferred over the oleic acid methyl ester composition with an area of 35.09% at a retention time of 19.14 min.

Keywords: Biodiesel, Rice Bran, CaO/Hydrotalcite, In-Situ Two Stages.

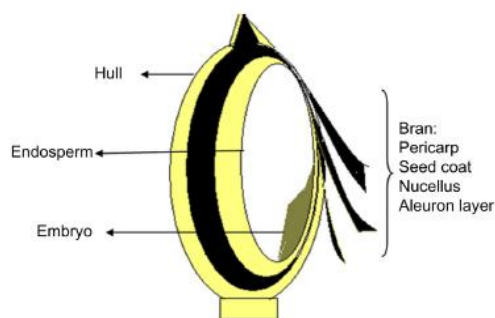
1. PENDAHULUAN

Bahan bakar merupakan salah satu sumber energi yang dibutuhkan manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Kebutuhan bahan bakar tersebut semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk serta pembangunan dalam sektor industri dan transportasi. Berdasarkan data dari *Indonesia Energy Outlook* [1], kebutuhan energi final meningkat dari 144 juta TOE pada tahun 2014 menjadi 1.049 juta TOE pada tahun 2050 dengan laju pertumbuhan 5,7% per tahun dan konsumsi energi tertinggi berasal dari sektor industri sebesar 41%. Bahan bakar fosil seperti minyak, batubara, dan gas bumi masih menjadi pilihan utama dalam memenuhi kebutuhan energi nasional dengan laju peningkatan pangsa sebesar 7% per tahun. Permasalahan baru muncul ketika peningkatan kebutuhan bahan bakar fosil tidak seimbang dengan ketersediaannya di alam. Laju penemuan cadangan minyak bumi di Indonesia dibandingkan dengan produksi (*Reverse Replacement Ratio*) sekitar 55%, artinya Indonesia lebih banyak memproduksi minyak bumi dibandingkan menemukan cadangan minyak yang baru sejak tahun 2010 – 2013 [1]. Oleh karena itu, perlu adanya pengkajian mengenai bahan bakar alternatif karena jumlah produksi bahan bakar konvensional yang terus berkurang.

Bahan bakar alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah bahan bakar yang terbarukan (sumber yang dapat diperbaharui). Salah satu potensi energi alternatif terbarukan adalah pemanfaatan minyak nabati menjadi biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar

mesin diesel, dimana di dalamnya terdiri dari kandungan metil ester dari rantai panjang asam lemak. Biodiesel memiliki sifat *biodegradable* dan tidak beracun. Menurut Ramkumar dan Kirubakaran [2], biodiesel bersifat ramah lingkungan karena emisi gas buang yang dihasilkan bebas sulfur, mempunyai bilangan asap (*smoke number*) rendah dan angka setana (*cetane number*) bekisar antara 57-62, dan terbakar sempurna (*clean burning*) sehingga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Sifat-sifat tersebut membuktikan bahwa biodiesel aman digunakan, berpotensi mengurangi tingkat polusi lingkungan, dan merupakan alternatif pembakaran yang lebih bersih.

Biodiesel dapat diproduksi dari konversi minyak nabati, lemak hewan, *by product* pabrik minyak kelapa sawit, atau minyak goreng bekas. Salah satu minyak nabati yang dapat dikonversi menjadi biodiesel dapat berasal dari dedak padi. Dedak padi adalah komponen beras mentah yang merupakan kutikula antara sekam padi dan bulir padi. Dedak mengandung 12 – 20% dari total berat kernel, termasuk kulit biji, *pericarp*, lapisan aleuron, embrio lapisan *nucellar*, dan segmen luar endosperma kaku [3]. Selain itu, kandungan protein, lipid, mineral, dan vitamin dalam dedak padi sangatlah tinggi [4]. Struktur dedak padi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Dedak Padi [5]

Hartono dkk. [6] menyebutkan bahwa dedak padi dapat diolah menjadi minyak karena mengandung 16% – 23% berat minyak tergantung varietas beras dan derajat penggilingannya. Akan tetapi, sekitar 60 – 70% minyak dedak padi tidak dapat digunakan sebagai bahan makanan (*non edible oil*). Hal ini dikarenakan adanya enzim lipase aktif dalam dedak menimbulkan terjadinya reaksi hidrolisis secara cepat setelah proses penggilingan yang menyebabkan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid / FFA*) dalam dedak padi sangat tinggi, sehingga minyak dedak cenderung tidak stabil selama proses penyimpanan [7][8]. Berdasarkan penelitian Rahkadima dan Qurrota [9], diperoleh kandungan asam lemak bebas dalam minyak dedak padi sebesar 35,56% dari total minyak yang diperoleh. Selain itu, minyak dedak mengandung 40 – 50% asam lemak tak jenuh dengan komponen terbanyak berupa asam oleat, 15 – 20% asam lemak jenuh dengan komponen terbanyak berupa asam palmitat, dan beberapa asam lemak lainnya [10]. Kandungan asam lemak bebas dalam minyak dedak padi yang tinggi dapat dimanfaatkan dengan cara dikonversi menjadi biodiesel melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi menggunakan alkohol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa minyak dedak padi sangat prospektif untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel karena ketersediannya melimpah, memiliki tingkat persaingan pangan yang rendah, berdaya jual tinggi, dan dapat meningkatkan nilai ekonomi dedak padi (*rice bran*) sebagai *by product* usaha penggilingan padi.

Pada umumnya, proses produksi biodiesel melalui tiga tahapan, yaitu proses ekstraksi minyak, pemurnian minyak hasil ekstraksi, dan reaksi pembentukan FAME. Metode ini sangat tidak efektif dilakukan karena membutuhkan waktu yang lama, energi yang banyak, dan menghasilkan *yield* ekstraksi yang rendah. Oleh karena itu, sekarang ini mulai dikembangkan pembuatan biodiesel dengan metode *in-situ*. Metode *in-situ* merupakan salah satu metode yang diterapkan dalam proses pembuatan biodiesel dengan melakukan ekstraksi langsung pada sumber bahan baku yang mengandung minyak atau lemak dan dilanjutkan proses reaksi pembentukan FAME [9]. Pada penelitian ini, proses pembuatan biodiesel dari dedak padi dilakukan melalui metode *in-situ* dua tahap, dimana *in-situ* esterifikasi lalu dilanjutkan *in-situ* transesterifikasi. *In-situ* esterifikasi perlu dilakukan terlebih dahulu dikarenakan dedak padi memiliki kandungan asam lemak bebas yang tinggi sekitar > 5%. Sementara itu, *in-situ* transesterifikasi dilakukan untuk mereaksikan komponen asilgliserida (trigliserida/ TG, digliserida/ DG, monogliserida/ MG) dengan alkohol menghasilkan FAME apabila kandungan asam lemak bebas dalam bahan baku kurang dari 5%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Fitriyana, dkk. [11], pembuatan biodiesel dari dedak padi melalui dua tahap reaksi *in-situ* menghasilkan konversi FFA tertinggi sebesar 77,78% dan persentase biodiesel tertinggi sebesar 3,03% pada waktu reaksi esterifikasi 15 menit dan transesterifikasi 90 menit. Sedangkan, pada penelitian pembuatan biodiesel dari dedak padi melalui dua tahap reaksi *in-situ* yang dilakukan Masfufah dan Ajeng [12] menghasilkan *yield* biodiesel tertinggi sebesar 94,77% pada waktu reaksi asam 15 menit dan reaksi basa 15 menit. Penelitian yang dilakukan

oleh Fitriyana dkk. [11] dan Masfufah dan Ajeng [12] menunjukkan bahwa penggunaan metode *in-situ* untuk produksi biodiesel dapat menghemat waktu dan menurunkan biaya produksi karena proses ekstraksi dan reaksi esterifikasi maupun transesterifikasi terjadi secara simultan. Oleh karena itu, pada produksi biodiesel dari dedak padi ini dilakukan menggunakan metode *in-situ* dua tahap yaitu *in-situ* esterifikasi dan dilanjutkan *in-situ* transesterifikasi.

Di dalam penelitian ini digunakan dua jenis pelarut yaitu metanol sebagai pengeskrak komponen minyak yang terkandung dalam bahan sekaligus reaktan dalam pembentukan FAME dan n-heksana sebagai *co-solvent* untuk meningkatkan hasil ekstraksi minyak dedak padi. Nasir dkk. [13] menyebutkan bahwa hasil minyak dedak yang diperoleh dari ekstraksi menggunakan pelarut n-heksana lebih banyak yaitu sebesar 18,34% dengan kepadatan 0,889 g/ml dibandingkan dengan pelarut etanol yakni sebesar 13,6% dengan kepadatan 0,815 g/ml. Penambahan n-heksana sebagai *co-solvent* dalam penelitian ini diharapkan akan meningkatkan minyak hasil ekstraksi sehingga akan meningkatkan *yield* biodiesel yang dihasilkan. Selain itu, kualitas dan kuantitas produk biodiesel yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu jenis dan perbandingan massa katalis yang digunakan. Katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam sulfat (H_2SO_4) dan *CaO/hydrotalcite*. Penggunaan asam sulfat sebagai katalis asam dalam proses *in-situ* esterifikasi dapat membantu menurunkan kandungan asam lemak bebas. Sedangkan, pada proses *in-situ* transesterifikasi katalis *CaO/hydrotalcite* digunakan untuk mereaksikan kandungan selain asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak dedak menjadi FAME. Pada penelitian ini, sintesis katalis *CaO/hydrotalcite* dilakukan dengan menggunakan metode impregnasi basah.

Kalsium oksida (CaO) adalah salah satu katalis heterogen dasar yang paling berkembang karena memiliki potensi yang sangat baik sebagai katalis dari beberapa reaksi kimia, terutama reaksi transesterifikasi dalam proses produksi biodiesel. Biasanya, CaO digunakan sebagai katalis basa heterogen. Ibrahim dkk. [14] menyebutkan bahwa katalis CaO memiliki banyak keunggulan sebagai katalis heterogen dibandingkan dengan katalis basa homogen antara lain: CaO memiliki sifat kebasahan tinggi, biaya murah, tidak menyebabkan karat, solubilitas rendah, mudah dipisahkan dari produk, dan tidak bersifat racun. Penggunaan katalis CaO dalam reaksi transesterifikasi telah banyak dilakukan. Reddy dkk.[15] melakukan reaksi transesterifikasi minyak kacang kedelai dan lemak unggas menjadi biodiesel menggunakan katalis CaO . Dari penelitian tersebut, didapatkan bahwa hanya 2% minyak kacang kedelai yang bisa diubah menjadi biodiesel dan tidak terjadi konversi lemak unggas menjadi biodiesel. Selanjutnya, Putri dkk.[16] melakukan reaksi transesterifikasi dari minyak biji kapuk randu melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis CaO dan persentase hasil biodiesel tertinggi yang didapatkan adalah sebesar 88,57%. Meskipun CaO memiliki potensi yang sangat baik sebagai katalis transesterifikasi, akan tetapi persentase *yield* biodiesel yang didapatkan masih belum terlalu tinggi. Hal ini disebabkan karena ion oksigen (O^{2-}) pada permukaan katalis mudah membentuk ikatan hidrogen dengan metanol atau gliserol. Oleh karena itu, penggunaan CaO sebagai katalis harus didukung oleh logam aktif [17].

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu diketahui bahwa penggunaan katalis CaO sebagai katalis logam yang diimbangkan pada suatu logam pengemban dapat meningkatkan selektifitas katalis. Salah satu logam pengemban yang dapat digunakan adalah *hydrotalcite*. Senyawa *hydrotalcite* merupakan suatu bentuk hidroksikarbonat dari magnesium dan aluminium dengan rumus molekul $Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$ dan merupakan turunan senyawa brucite $Mg(OH)_2$. Rajamanthi, dkk. [18] menyebutkan bahwa *hydrotalcite* merupakan lempung anionik yang terdiri dari lapisan bermuatan positif dengan anion interkalat dan molekul air dalam daerah interlayer. Senyawa tersebut terdiri lapisan yang berbentuk heksagonal dengan sisi yang berbentuk oktahedral, dimana setiap dua lapis hidroksidanya diisi oleh 100% kation magnesium. Senyawa *hydrotalcite* memiliki kelebihan muatan positif, maka dapat diseimbangkan dengan penempatan anion pada lapisan yang tidak diisi oleh atom logam. Wright [19] menyebutkan bahwa *hydrotalcite* mempunyai luas permukaan yang cukup besar (100 – 300 m^2 /gram) dan dapat disisipi padatan pendukung oleh logam katalis dengan dispersi logam pada struktur yang cukup tinggi. Selain itu, Ningsih dkk. [20] menyebutkan bahwa penggunaan *hydrotalcite* sebagai katalis mempunyai beberapa keuntungan, antara lain: proses penanganannya mudah, mudah dipisahkan dari produk, bersifat ramah lingkungan, dan menghasilkan produk yang bagus.

2. METODE DAN BAHAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: dedak padi, pelarut metanol dan n-heksana teknis, katalis asam sulfat, dan *CaO/hydrotalcite*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat reaktor *batch* untuk reaksi *in-situ* esterifikasi dan *in-situ* transesterifikasi.

2.2 Prosedur Penelitian

Dedak padi sebanyak 50 gram dimasukkan dalam labu reaksi, kemudian ditambahkan n-heksana sebanyak 50 ml. Selanjutnya, campuran 1 ml asam sulfat dan 250 ml metanol ditambahkan ke dalam labu reaksi. Campuran dipanaskan dan direaksikan pada suhu 65°C. Pemanasan dihentikan setelah 90 menit dan sampel diambil sebanyak 2,5 gr untuk pengujian FFA. Kemudian, campuran katalis CaO/*hydrotalcite* dengan variasi massa 1; 1,5; dan 2 gr dalam 10 ml metanol ditambahkan ke dalam labu reaksi. Campuran dipanaskan dan direaksikan kembali pada suhu 65°C selama 90 menit. Pemanasan dihentikan setelah 90 menit dan campuran didinginkan, kemudian dipisahkan antara fase padatan dan fase cair (*filtrate*) menggunakan kertas saring. Fase cair (*filtrate*) yang didapat selanjutnya diekstraksi menggunakan 50 ml n-heksana sebanyak tiga kali. Selanjutnya, dua lapisan yang terbentuk dipisahkan antara fase gliserol dan fase organik. Fase organik dicuci menggunakan air hangat (T = 50°C) sebanyak 150 ml untuk memisahkan biodiesel dengan pengotor yang masih terikut. Biodiesel didistilasi pada suhu 70°C untuk memisahkan FAME dari pelarut. Selanjutnya, kandungan yang terdapat di dalam *yield* biodiesel tertinggi dianalisa menggunakan metode GC – MS.

2.3 Analisa

Kandungan asam lemak bebas (FFA) dianalisa menggunakan metode titrasi sesuai dengan AOCs *official method* Ca 5a-40. Sampel dilarutkan di dalam etanol 96% pada suhu 50°C, kemudian kandungan asam lemak bebas dalam sampel dinetralkan dengan menggunakan larutan natrium hidroksida. Selanjutnya, jumlah asam lemak bebas dalam sampel dihitung menggunakan rumus pada Persamaan (1).

$$\%FFA = \frac{V \times N \times BM \times 100\%}{M \times 1000} \quad (1)$$

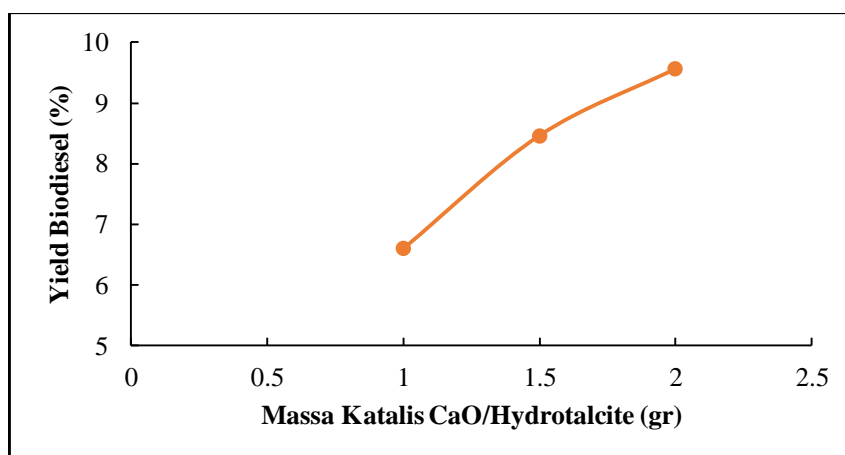
Dimana V merupakan volume yang dibutuhkan untuk penitrasi (ml), N adalah normalitas NaOH, BM adalah berat molekul asam lemak, M adalah berat sampel (gram). Pada penelitian ini, *yield* biodiesel tertinggi dianalisa menggunakan metode *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC – MS) untuk diketahui komposisi metil ester biodiesel pada *yield* tertinggi.

3. HASIL DAN DISKUSI

Biodiesel dapat diproduksi dari konversi minyak nabati, lemak hewan, *by product* pabrik minyak kelapa sawit, atau minyak goreng bekas. Minyak nabati yang dapat dikonversi menjadi biodiesel dapat berasal dari dedak padi, biji jarak pagar, biji nyamplung, biji kapuk, mikroalga, dan sebagainya. Dedak padi dapat diolah menjadi minyak karena mengandung 16% – 23% berat minyak tergantung varietas beras dan derajat penggilingannya. Akan tetapi, sekitar 60 – 70% minyak dedak padi tidak dapat digunakan sebagai bahan makanan (*non edible oil*) dikarenakan ketidakstabilan minyak dedak dalam proses penyimpanan [6].

Sebelum proses *in-situ* esterifikasi, dilakukan pengayakan dan pengeringan dedak padi. Dedak padi diayak menggunakan ayakan ukuran 60 mesh untuk menghilangkan sekam dalam dedak karena sekam dapat mengurangi *yield* dari proses ekstraksi minyak. Pengeringan dedak padi menggunakan oven dengan suhu 110°C selama 2 jam untuk mengurangi kandungan air karena adanya air pada bahan dalam jumlah besar dapat mengurangi *yield* metil ester yang dihasilkan. Pada proses *in-situ* esterifikasi terjadi reaksi antara komponen FFA dengan alkohol dengan bantuan katalis asam. Penelitian ini menggunakan dua jenis pelarut yaitu metanol sebagai pengeskrak komponen minyak yang terkandung dalam bahan sekaligus reaktan dalam pembentukan FAME dan n-heksana sebagai *co-solvent* untuk meningkatkan hasil ekstraksi minyak dedak padi. Selanjutnya, dilakukan proses *in-situ* transesterifikasi untuk mereaksikan komponen asilgliserin dengan alkohol menggunakan katalis basa. Katalis basa yang digunakan merupakan katalis basa heterogen, yaitu CaO/*hydrotalcite*. Tahap selanjutnya, larutan produk hasil reaksi dipisahkan antara fase padatan dan fase cair. Kemudian filtrat (fase cair) diekstrak menggunakan n-heksana sebanyak 3 kali. Pada proses ekstraksi terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan atas (mengandung senyawa metil ester) dan lapisan bawah (gliserol dan pengotor). Selanjutnya, lapisan atas dicuci menggunakan *aquadest* (T = 50°C) untuk memisahkan antara senyawa metil ester dengan sisa katalis, gliserol, dan pengotor yang masih ada. Kemudian, larutan ekstrak yang sudah bersih didistilasi untuk memisahkan senyawa metil ester dengan pelarut. Karakteristik warna biodiesel yang diperoleh berwarna coklat kehitaman.

Pengaruh massa katalis CaO/*hydrotalcite* terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Massa CaO/hydrotalcite terhadap Yield Biodiesel

Dari Gambar 2 dapat diketahui pada penambahan massa CaO/hydrotalcite 2 gram diperoleh *yield* biodiesel tertinggi sebesar 9,56%. Gambar 2 menunjukkan *yield* biodiesel terendah sebesar 6,60% dihasilkan pada variabel massa CaO/hydrotalcite 1 gram dan *yield* tertinggi sebesar 9,56% dihasilkan pada variabel massa CaO/hydrotalcite 2 gram. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya massa katalis CaO/hydrotalcite yang ditambahkan, maka semakin tinggi *yield* biodiesel yang dihasilkan. Apabila jumlah katalis yang ditambahkan semakin banyak, maka reaktan semakin reaktif dan kecepatan reaksi meningkat, sehingga produk yang dihasilkan semakin banyak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Masfufah dan Ajeng [12] menunjukkan adanya pengaruh penambahan katalis basa pada proses *in-situ* transesterifikasi yaitu *yield* biodiesel yang didapatkan semakin meningkat dengan bertambahnya jumlah katalis basa yang digunakan.

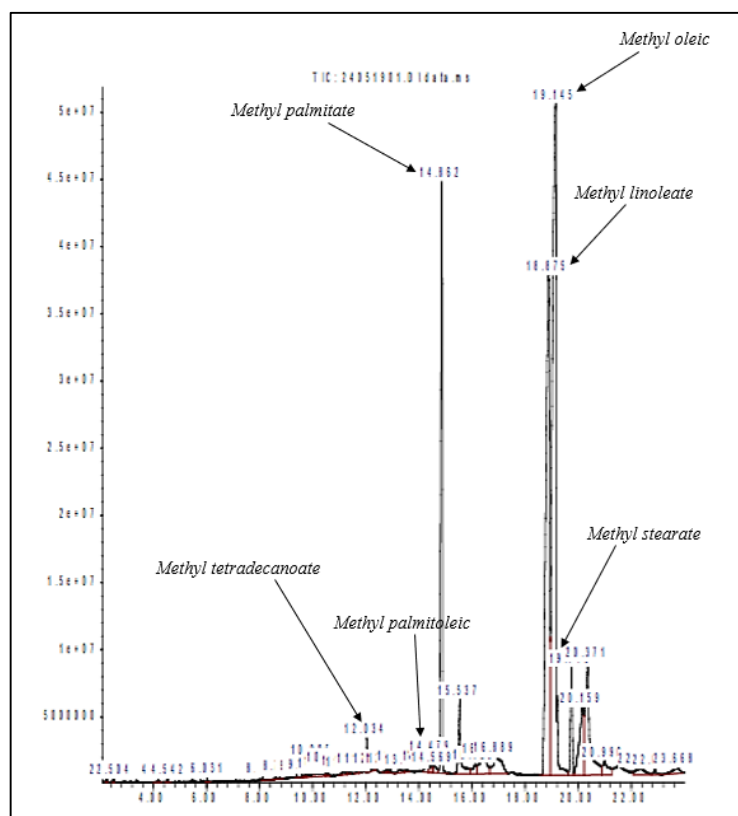
Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil biodiesel dari reaksi transesterifikasi adalah penggunaan katalis basa. Pada umumnya, proses pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa kuat, seperti NaOH dan KOH karena dapat digunakan pada suhu dan tekanan operasi yang relatif rendah serta memiliki kemampuan katalisator yang tinggi. Akan tetapi, katalis NaOH dan KOH termasuk ke dalam golongan katalis homogen, di mana penggunaan katalis homogen sangat sulit dipisahkan dari larutan produk dan tidak bersifat ramah lingkungan. Oleh karena itu, pada produksi biodiesel dari dedak padi ini digunakan katalis basa heterogen. Salah satu contoh katalis basa heterogen yang paling sering digunakan adalah CaO. Kalsium oksida (CaO) dapat menjadi alternatif penggunaan katalis basa heterogen yang baik dalam reaksi transesterifikasi pada proses pembuatan biodiesel meskipun CaO mempunyai kemampuan katalisator yang lebih rendah dibandingkan dengan katalis basa homogen [21]. Selain itu, katalis CaO memiliki banyak keunggulan sebagai katalis heterogen dalam reaksi transesterifikasi antara lain: CaO memiliki sifat kebasaaan tinggi, tidak menyebabkan karat, solubilitas rendah, mudah dipisahkan dari produk, tidak bersifat racun, katalis CaO tidak bereaksi dengan sisa asam lemak bebas membentuk sabun karena berbeda fasa dengan komponen asam lemak bebas, dan katalis CaO tidak bersifat higroskopis [14].

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu diketahui bahwa penggunaan katalis CaO sebagai katalis logam yang diimbangkan pada suatu logam pengemban dapat meningkatkan selektifitas katalis. Beberapa contoh pengemban yang dapat digunakan untuk katalis CaO, yaitu zeolit alam dan *hydrotalcite*. Zeolit dapat dengan mudah didapatkan karena kelimpahannya yang sangat besar di alam sehingga bahan ini sangat murah. Akan tetapi, luas permukaan zeolit alam hanya sebesar 35,076 m²/gram [22]. Di sisi lain, *hydrotalcite* mempunyai luas permukaan yang lebih besar (100 – 300 m²/gram) dan dapat disisipi padatan pendukung oleh logam katalis dengan jumlah besar dan dispersi logam pada struktur yang cukup tinggi [19]. Selain itu, penggunaan *hydrotalcite* sebagai logam pengemban untuk katalis CaO memiliki keunggulan, yaitu senyawa *hydrotalcite* memiliki kelebihan muatan positif sehingga dapat diseimbangkan dengan penempatan anion pada lapisan yang tidak diisi oleh atom logam. Oleh karena itu, pada produksi biodiesel dari dedak padi ini digunakan katalis basa heterogen CaO/*hydrotalcite*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Cahyaningsih dan Muhammad [23] didapatkan luas permukaan katalis CaO/*hydrotalcite* sebesar 134,216 m²/g dan *yield* biodiesel tertinggi yang diperoleh sebesar 66%. Sedangkan, pada penelitian ini didapatkan *yield* biodiesel tertinggi sebesar 9,56% dengan luas permukaan katalis CaO/*hydrotalcite* yang digunakan sebesar 200,129 m²/g. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar luas permukaan katalis CaO/*hydrotalcite* yang digunakan, maka *yield* biodiesel yang dihasilkan semakin menurun. Penurunan luas permukaan katalis disebabkan karena adanya penyisipan logam CaO pada *hydrotalcite*, sehingga semakin rendah luas permukaan katalis maka semakin besar jumlah CaO yang berhasil disisipkan. Jumlah CaO yang disisipkan juga mempengaruhi kebasaaan katalis, dimana semakin besar jumlah CaO yang disisipkan maka kebasaaan katalis juga meningkat karena CaO merupakan basa kuat. Hal ini sesuai

dengan pendapat Putra [22] bahwa kebiasaan katalis CaO/X meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah CaO yang diimpregnasi pada zat X.

Pada penelitian ini didapatkan *yield* biodiesel tertinggi sebesar 9,56%, kemudian dianalisa menggunakan metode *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS). Berdasarkan hasil uji GC – MS didapatkan grafik komposisi biodiesel pada *yield* tertinggi yang dapat dilihat pada (Gambar 3) yang menunjukkan titik puncak metil ester pada *retention time* pada masing-masing komponen.



Gambar 3. Grafik FAME pada *Yield* Biodiesel tertinggi

Tabel 1. Hasil Analisa Komposisi Senyawa Metil Ester pada *Yield* Tertinggi

| No. | <i>Retention Time</i> | % Area | Senyawa | Rumus Molekul |
|-----|-----------------------|--------|------------------------------|-------------------|
| 1 | 12,035 | 0,27 | <i>Methyl tetradecanoate</i> | $C_{14}H_{28}O_2$ |
| 2 | 14,478 | 0,26 | <i>Methyl palmitoleic</i> | $C_{17}H_{32}O_2$ |
| 3 | 14,865 | 11,64 | <i>Methyl palmitate</i> | $C_{17}H_{34}O_2$ |
| 4 | 18,873 | 26,27 | <i>Methyl linoleate</i> | $C_{19}H_{34}O_2$ |
| 5 | 19,143 | 35,09 | <i>Methyl oleic</i> | $C_{19}H_{36}O_2$ |
| 6 | 19,746 | 2,62 | <i>Methyl stearate</i> | $C_{19}H_{38}O_2$ |

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 3, komposisi senyawa metil ester pada *yield* biodiesel tertinggi didominasi senyawa *methyl oleic* dengan luas area sebesar 35,09% pada *retention time* 19,143. Total FAME yang diperoleh pada *yield* tertinggi sebesar 76,15%. Berdasarkan jumlah atom karbon (C), komposisi FAME biodiesel dari dedak padi termasuk ke dalam golongan parafin rantai pendek ($C_{10} - C_{15}$) dan isoparafin rantai panjang ($C_{15} - C_{26}$). Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan Gunter dan Casey [24] bahwa bahan bakar diesel berisi parafin rantai pendek dan isoparafin rantai panjang dari solar, minyak tanah, minyak bahan bakar, minyak pelumas, dan bahan bakar parafin tinggi lainnya.

4. KESIMPULAN

1. *Yield* biodiesel tertinggi yang dihasilkan sebesar 9,56% didapatkan pada penambahan CaO/*hydrotalcite* sebanyak 2 gram.
2. Total FAME yang diperoleh pada *yield* tertinggi sebesar 76,15%. Kandungan senyawa metil ester terbanyak pada *yield* biodiesel tertinggi yaitu *Oleic acid methyl ester* (C₁₉H₃₆O₂) dengan luas area sebesar 35,09% pada retention time 19,143.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] INDONESIA ENERGY OUTLOOK 2015, <https://www.esdm.go.id/assets/.../content-indonesia-energy-outlook-2015-1vgcv6t.pdf>. Diakses: Februari 2019.
- [2] RAMKUMAR, S. dan KIRUBAKARAN, V., “Biodiesel from Vegetable Oil as Alternate Fuel for C. I Engine and Feasibility Study of Thermal Cracking: A Critical Review”, *Energy Conversion and Management*, v. 118, pp. 155-169, 2016.
- [3] MOONGNARM, A., DAOMUKDA, N., KHUMPIKA, S., “Chemical Composition, Phytochemicals, and Antioxidant Capacity of Rice Bran”, *Journal Asia-Pacific Chemical Biology Environment Engineering Society*, 2012.
- [4] MCCASKILL, D. R., “Use of Rice Bran Oil in Foods”, *Journal Food Technology*, v. 53, n. 2, 1999.
- [5] DAUD, N., “Extraction of Rice Bran Oil Using Soxtherm Extraction Method”, Universiti Teknologi Malaysia, 2016.
- [6] HARTONO, R., RUSDI, ANONDHO, W., HERI, H., “Pembuatan Biodiesel dari Minyak Dedak Padi Dengan Proses Katalis Homogen Secara Asam dan Katalis Heterogen Secara Basa”, *Jurnal Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2016*, ISSN: 2407 – 1846, 2016.
- [7] ZULLAIKAH, S., dkk., “A Two-step Acid-catalyzed Process for The Production of Biodiesel from Rice Bran Oil”, *Journal Bioresource Technology*, v. 96, pp. 1889-1896, 2005.
- [8] PUTRAWAN, I. D. G. A., RIZKYANTO, N., REZA, A., “Ekstraksi Asam Lemak Bebas dari Minyak Dedak Padi Menggunakan Etanol - Air dalam Tangki Pengaduk”, *Jurnal Reaktor*, v. 17, n. 3, pp. 166-176, 2017.
- [9] RAHKADIMA, Y. T. dan QURROTA, A., “Produksi Biodiesel dari Dedak Padi Menggunakan Metode In Situ dengan Bantuan Microwave”, *Saintek II Tahun 2017*, ISSN 2407-4845, pp. 15-18, 2017.
- [10] “Production Of Biodiesel From Rice Bran Oil”, In: *Biomass, Biopolymer – Based Materials, and Bioenergy*, Bab 18, United Kingdom, Elsevier Ltd., 2019.
- [11] FITRIYANA, dkk. “Produksi Biodiesel dari Dedak Padi (*Rice Bran*) Melalui Dua Tahap Reaksi”, *Indonesian Journal Chemical Sciences*, v. 2, 2012.
- [12] MASFUFAH, N. D. dan AJENG, N. R., “Variabel yang Mempengaruhi Produksi Biodiesel dari Dedak Padi dengan Metode In-Situ Dua Tahap”, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November, 2017.
- [13] NASIR, S., FITRIYANTI, KAMILA, H., “Ekstraksi Dedak Padi Menjadi Minyak Mentah Dedak Padi dengan Pelarut N-hexane dan Ethanol”, *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*, pp. 1-10, 2009.
- [14] IBRAHIM, H., dkk., “Synthesis of Bulk Calcium Oxide (CaO) Catalyst and its Efficacy for Biodiesel Production”, *Journal of Energy Technologies and Policy*, v. 3, pp. 14-16, 2013.
- [15] REDDY, C., dkk., “Room-Temperature Conversion of Soybean Oil and Poultry Fat to Biodiesel Catalyzed by Nanocrystalline Calcium Oxides”, *Journal Energy dan Fuels*, v. 20, pp. 1310-1314, 2006.
- [16] PUTRI, E. M. M., dkk., “Biodiesel Production from Kapok Seed Oil (*Ceiba Pentandra*) through the Transesterification Process by Using CaO as Catalyst”, *Global Journal of Researches in Engineering Chemical Engineering*, v. 12, n. 2, 2012.
- [17] ASTUTININGSIH, R. dan SAFITRI, D., “Sintesis Hydrotalcite Mg-Al-NO₃ dengan Variasi pH dan Waktu”, Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2013.
- [18] RAJAMANTHI, M., THOMAS, G. S., KAMATH, P. V., “The Many Ways of Making Anionic Clays”, *Chemical Senses*, v. 13, pp. 671-680, 2001.
- [19] WRIGHT, J., “Removal of Organic Colours from Raw Water Using Hydrotalcite”, Brisbane, University of Queensland, 2002.

- [20] NINGSIH, E., dkk., “Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk Randu (*Ceiba pentandra*) menggunakan Katalis Ca/hydrotalcite”, *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, v. 4, pp. 16-21, 2019.
- [21] SANTOSO, H., “Pembuatan Biodiesel menggunakan Katalis Basa Heterogen Berbahan Dasar Kulit Telur”, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Prahayangan, 2013.
- [22] PUTRA, I. M. W., “Pembuatan dan Karakterisasi Katalis CaO/Zeolit Alam”, *Jurnal Media Sains*, v. 1, ISSN : 2549-7413, pp. 12-18, 2017.
- [23] CAHYANINGSIH, R., MUHAMMAD, P. T. D., “Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk Menggunakan Katalis CaO/Hydrotalcite”, *Skripsi Tidak Dipublikasikan*, Surabaya, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2018.
- [24] GUNTER, G. C., CASEY, T. E., “High Cetane Petroleum Fuels”, Patent No: US 8,757,106 B2, 2014.