

Pembuatan Biodiesel dari Minyak Dedak Padi (*Rice Bran Oil*) (Variabel Rasio Molar dan Berat KOH)

Yoyok Andrianto, Ganjar Andaka

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
jojokandrianto@gmail.com

INTISARI

Biodiesel merupakan bahan bakar dari minyak tumbuhan atau minyak hewan yang telah dikonversi menjadi bentuk metil ester asam lemak yang ramah lingkungan. Namun, belakangan ini isu tentang energi erat kaitannya dengan semakin menipisnya minyak bumi akibat pasokan bahan bakar fosil yang terbatas sementara permintaan energi terus meningkat, sehingga wacana untuk mengembangkan sumber energi terbarukan semakin banyak digulirkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kondisi reaksi yang optimal dan kelayakan dari biodiesel yang dihasilkan dari bahan bakar. Salah satu potensi sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak dedak padi yang direaksikan dengan metanol dan katalis KOH.

Metode pembuatan metil ester (biodiesel) dalam penelitian ini adalah esterifikasi kemudian dilanjutkan dengan transesterifikasi. Pada proses esterifikasi, minyak dedak ditambahkan dengan katalis H_2SO_4 96% sebanyak 3,15 mL kemudian dipanaskan dalam labu leher tiga selama 120 menit pada suhu $60^\circ C$ dan diaduk dengan kecepatan 300 rpm. Variabel pada proses esterifikasi yaitu rasio molar minyak : metanol (0,7:8,5; 0,7:11,5; 0,7:14,5; 0,7:17,5; 0,7:20,5). Hasil reaksi berupa ester dari proses esterifikasi diambil untuk diproses tahap selanjutnya, yaitu proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi dilakukan dengan menambahkan katalis KOH kristal 0,63 gram dan metanol pada cairan ester. Campuran kemudian dipanaskan pada suhu $60^\circ C$ dengan waktu reaksi yang divariasikan dengan katalis KOH dan diaduk dengan kecepatan 300 rpm.

Dari proses esterifikasi dengan kondisi proses yaitu rasio molar optimum minyak : metanol (0,7 : 8,5), suhu reaksi $60^\circ C$, dan pada variasi katalis KOH kecepatan pengadukan 300 rpm didapatkan metil ester sebanyak 76 mL.

Kata kunci: biodiesel, esterifikasi, transesterifikasi, minyak dedak padi

PENDAHULUAN

Isu tentang energi dan lingkungan hidup telah menjadi isu global selama kurun waktu terakhir. Isu tentang energi erat kaitannya dengan semakin menipisnya minyak bumi akibat pasokan bahan bakar fosil yang terbatas sementara permintaan energi terus meningkat, sehingga wacana untuk mengembangkan sumber energi terbarukan semakin banyak digulirkan. Pemerintah Indonesia, khususnya Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dalam Kebijakan Energi Nasional pemerintah menargetkan pemakaian bahan bakar nabati (BNN) pada tahun 2025 sebesar 5%. Bahan bakar nabati yang menempati prioritas untuk dikembangkan adalah biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar dari minyak tumbuhan dan minyak hewan yang telah dikonversi menjadi bentuk metil ester yang ramah lingkungan sehingga dapat membantu ketersediaan minyak diesel. Biodiesel pada umumnya diproduksi melalui proses transesterifikasi minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek (umumnya metanol) dengan bantuan katalis. Biodiesel yang dihasilkan harus memiliki harga yang lebih murah serta proses produksi yang

ramah lingkungan, agar dapat bersaing dengan minyak diesel dari fosil (Ma and Hanna.,1999; Knothe, 2010; Zhang *et al.*, 2003; Leung *et al.*, 2010). Selain itu, potensi minyak dedak padi sebagai bahan baku biodiesel belum banyak dimanfaatkan. Indonesia sebagai negara agraris terbesar ketiga di dunia belum dapat memanfaatkan dedak padi dan memproduksi turunannya dalam jumlah besar.

Minyak dedak merupakan minyak hasil ekstraksi dedak padi. Minyak dedak padi merupakan salah satu jenis minyak yang memiliki kandungan nutrisi tinggi, berbagai macam asam lemak, senyawa-senyawa biologis aktif dan senyawa-senyawa antioydan seperti: γ -oryzanol, tocopherol, tocotrienol, phytosterol, polyphenol dan squalene (Goffman *et al.*, 2003). Minyak dedak mengandung beberapa jenis lemak yaitu 47% lemak *mono unsaturated*, 33% *polyunsaturated*, dan 20% *saturated* serta asam lemak yaitu asam oleat 38,4%, linoleat 34,4% linolenat 2,2%, palmitat 21,5%, dan stearat 2,9%. Minyak dedak memiliki aroma dan tampilan yang baik serta nilai titik asapnya cukup tinggi ($254^\circ C$). Dengan titik asap yang

paling tinggi dibandingkan minyak nabati lainnya maka minyak dedak merupakan minyak terbaik dibanding minyak kelapa, minyak sawit maupun minyak jagung (Hadipernata., 2006).

Tabel 1. Sifat fisika dan kimia minyak dedak padi

Parameter	Nilai
Densitas (g/mL)	0,89
Bilangan penyabunan	179,17
FFA (%)	34,49-49,76
Titik Nyala (°C)	150 (minimal)
Titik Asap (°C)	254

(Sumber: Mardiah dkk,2006)

METODE

1. Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan studi pustaka dan juga eksperimen yaitu memberikan perlakuan terhadap sampel yang diteliti. Penelitian dilakukan dengan variabel rasio molar dan waktu reaksi. Data dianalisis dilihat dari hasil parameter uji.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah minyak dedak padi, H₂SO₄ 96%, KOH kristal, dan metanol.

2. Proses Pembuatan/Pengolahan Bahan

a. Proses Esterifikasi

Proses esterifikasi adalah proses untuk mengkonversi asam lemak bebas menjadi ester. Minyak dedak padi sebanyak 70 mL dituang ke dalam labu leher tiga kemudian dipanaskan dalam *water batch* pada suhu 50°C. Katalis H₂SO₄ 96% sebanyak 3,15 mL dan metanol ditambahkan ke dalam minyak dedak. Jumlah metanol divariasikan dengan rasio minyak : metanol (0,7:8,5; 0,7:11,5; 0,7:14,5; 0,7:17,5; 0,7:20,5). Campuran kemudian diaduk dengan kecepatan 300 rpm pada suhu 60°C. Hasil reaksi kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah untuk memisahkan lapisan atas, yaitu ester yang terbentuk dengan lapisan bawah, yaitu air. Hasil ester kemudian diproses selanjutnya dengan transesterifikasi.

b. Proses Transesterifikasi

Hasil ester dari proses esterifikasi dimasukkan ke dalam labu leher tiga kemudian ditambahkan KOH kristal 0,63 g dan metanol. Campuran diaduk dengan kecepatan 300 rpm pada suhu 60°C selama 30–150 menit. Hasil reaksi kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah untuk memisahkan lapisan atas, yaitu metil ester yang terbentuk dengan lapisan bawah, yaitu gliserol. Hasil metil ester kemudian dicuci

menggunakan aquadest untuk memisahkan gliserol yang masih tersisa.

3. Metode Analisa Hasil

Analisa hasil dilakukan untuk mengetahui kandungan biodiesel, gugus fungsi, dan sifat-sifat fisika dari biodiesel. Analisa kandungan biodiesel dilakukan dengan analisa GC-MS, analisa gugus fungsi menggunakan FTIR dan analisa sifat fisika meliputi densitas, viskositas, kadar air, nilai kalor, dan bilangan asam.

4. Analisis Densitas (Ketaren, 1986)

- Ditimbang berat piknometer kosong
- Ditimbang berat piknometer + air
- Dihitung volume piknometer
- Ditimbang berat piknometer + biodiesel
- Dihitung berat biodiesel
- Dihitung densitas biodiesel dengan rumus :

$$\rho \text{ biodiesel} = \frac{\text{berat piknometer isi} - \text{berat piknometer kosong}}{\text{Volume piknometer}}$$

5. Analisis Viskositas (Ketaren, 1986)

- Dimasukkan biodiesel ke dalam viscometer Ostwald
- Diatur menggunakan drop pipet hingga produk memenuhi tabung atas sampai tanda batas. Pada saat produk sampai tabung atas, stopwatch dihidupkan dan dimatikan pada saat produk sampai tanda bawah
- Dicatat waktu yang digunakan yaitu produk dari tanda bagian atas sampai tanda bagian bawah
- Dihitung viskositas dengan rumus dinamis:

$$\mu \text{ biodiesel} = \frac{\rho \text{ biodiesel} \times t \text{ biodiesel}}{\rho \text{ aquades} \times t \text{ aquades}} \times \mu \text{ aquadest}$$

kemudian dihitung viskositas kinematik dengan rumus:

$$\frac{\mu \text{ biodiesel}}{\rho \text{ aquades}}$$

6. Analisis Bilangan Asam pada Biodiesel (Ketaren, 1986)

- Ditimbang biodiesel sebanyak 5 gr di dalam Erlenmeyer 200 mL
- Ditambahkan 25 mL alkohol netral 95%, kemudian dipanaskan selama 30 menit dalam penangas
- Ditritasi larutan tersebut dengan KOH 0,1N dengan indikator PP, sampai terlihat warna merah muda
- Ditentukan kadar asam dengan rumus :
Bilangan asam =

$$\frac{\text{mL (titrasi)} \times N^{\text{ekivalen}}}{\text{mL}} \times 40 \frac{\text{mg}}{\text{mg ekivalen}}$$

g sampel

7. Analisis Kadar Air (Ketaren, 1986)

- a. Ditimbang 5gr biodiesel dalam cawan petri (A)
- b. Dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1,5 jam
- c. Dikeluarkan biodiesel (B), pengurangan berat minyak dinyatakan sebagai berat air yang menguap dari minyak
- d. Dihitung kadar air dengan rumus :

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Kehilangan berat (B)}}{\text{g biodiesel}} \times 100\%$$

8. Uji Kandungan dan Kadar Biodiesel menggunakan GC-MS

Uji GC-MS digunakan untuk menentukan kemurnian campuran. Dalam teori, *retention time* digunakan untuk mengidentifikasi komponen-komponen dalam campuran. Kontaminasi dinyatakan dalam penampilan *additional peak*. Teknik ini berguna untuk mengevaluasi efektifitas dari prosedur tingkat kemurnian.

9. Uji Gugus Fungsi FTIR

Uji FTIR digunakan untuk analisa kualitatif produk. FTIR didasarkan pada vibrasi suatu molekul selain itu FTIR merupakan metode yang mengamati interaksi molekul.

10. Uji Nilai Kalor

Jumlah panas yang diukur dalam kalori, yang dihasilkan apabila suatu bahan atau sampel dioksidasikan dengan sempurna di dalam suatu *bomb calorimeter* disebut energi total dari bahan atau sampel. Dalam penetapan energi total ini terjadi pengubahan energi kimia dalam suatu bahan atau sampel menjadi energi panas dan diukur jumlah panas yang dihasilkan.

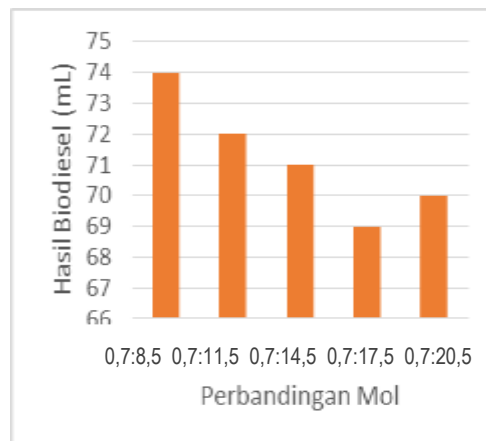
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Rasio Molar Minyak : Metanol terhadap Hasil Metil Ester

Pada pengaruh rasio mol minyak dedak padi terhadap metanol digunakan minyak dedak padi sebesar 70 mL dan menggunakan katalis H2SO4 96% 3,15 mL, waktu ekstraksi selama 120 menit pada suhu 60°C. Data yang diperoleh ditampilkan pada Tabel 2 dan Gambar 1 sebagai berikut:

Tabel 2. Pengaruh rasio mol minyak dedak padi terhadap metanol.

Rasio Mol	Hasil Biodiesel (mL)
0,7:8,5	74
0,7:11,5	72
0,7:14,5	71
0,7:17,5	69
0,7:20,5	70



Gambar 1. Grafik hubungan antara Perbandingan mol terhadap Hasil biodiesel.

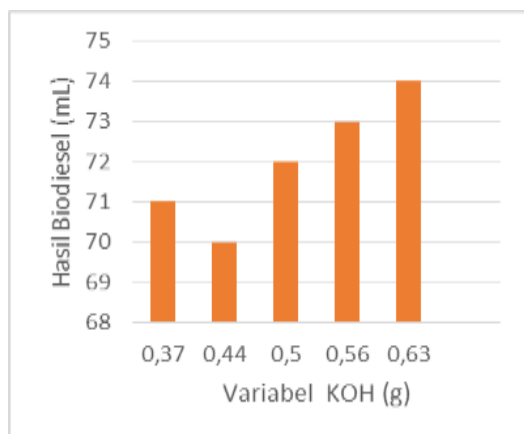
Dari Tabel 2 dan Gambar 1 dapat dilihat bahwa diperoleh semakin meningkat rasio molar minyak dedak padi terhadap metanol maka semakin kecil volume metil ester yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi rasio molar akan mengganggu pemisahan gliserin karena adanya peningkatan kelarutan. Peningkatan kelarutan gliserin sisa-sisa dalam metil ester akan membantu mendorong keseimbangan kembali ke sisi kiri keseimbangan dan mengakibatkan lebih rendah hasil metil esternya. Oleh karena itu dalam penambahan jumlah metanol harus dipilih dengan tepat.. Pencucian hasil metil ester dilakukan berulang untuk memastikan tidak ada endapan yang dapat mempengaruhi hasil metil ester. Nilai perbandingan yang terbaik adalah 0,7:8,5 karena dapat memberikan hasil metil ester maksimum dengan volume 76 mL dan kadar kemurnian metil ester sebesar 100%. Bila dibandingkan dengan penelitian Lin *et al.*, (2009) dengan molar rasio minyak dedak padi terhadap metanol sebesar (1:3; 1:5; 1:6; 1:7; 1:9) tidak ada perbedaan dari hasil yang diperoleh, dimana semakin tinggi rasio molar minyak terhadap metanol semakin kecil volume metil ester yang dihasilkan dan nilai perbandingan terbaik pada penelitian Lin *et al.*, (2009) adalah 1:6.

2. Pengaruh Hasil Berat KOH

Pada percobaan variabel berat KOH terhadap hasil metil ester digunakan minyak dedak padi sebesar 70 mL dan menggunakan katalis KOH (0,37; 0,44; 0,50; 0,56; 0,63) g, waktu ekstraksi selama 120 menit pada suhu 60°C. Data yang diperoleh ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar 2 sebagai berikut:

Tabel 3. Pengaruh variabel berat KOH terhadap hasil biodiesel.

Variabel KOH (g)	Hasil Biodiesel (mL)
0,37	71
0,44	70
0,50	72
0,56	73
0,63	74



Gambar 2. Grafik perbandingan variabel berat KOH terhadap hasil biodiesel.

Dari Tabel 3 dan Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa variabel berat KOH sedikit mempengaruhi hasil biodiesel. Dari percobaan pertama didapat hasil variabel KOH sebesar 0,37g, pada percobaan kedua mengalami sedikit penurunan variabel KOH menjadi 0,44g. Namun pada percobaan ketiga sampai kelima mengalami kenaikan lebih tinggi sehingga tercapai besaran variabel KOH yang stabil 0,63g. Penambahan katalis KOH tidak boleh lebih dari 0,63 g karena akan terbentuk sabun yang dapat menghambat pemisahan gliserol dari metil ester dan mengakibatkan terbentuknya emulsi selama proses pencucian.

3. Hasil Analisa dan Uji Biodiesel

Dari hasil analisis dan uji biodiesel densitas, viskositas, bilangan asam dan kadar air, nilai kalor, kadar metil ester dan gugus fungsi didapatkan hasil tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisa biodiesel dari minyak dedak padi

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Karakteristik Gugus
1743,55	Serapan tajam yang merupakan gugus karbonil C=O
914,91; 1032,89; 1097,46; 1118,47; 1160,84; dan 1237,55.	Serapan lemah yang merupakan gugus ester
1377,36 dan 1464,34	Serapan kuat yang merupakan gugus alkil, metil, dan metilen
3007,80	Serapan sedang yang merupakan C-H alifatik

Dari tabel yang diperoleh secara keseluruhan hasil yang tidak memenuhi standar pada kadar air dan nilai kalor. Pada nilai kadar air dikarenakan pada saat pencampuran katalis yang digunakan terjadi kontak dengan udara, sehingga mengalami reaksi dengan uap air dan karbondioksida. Selain itu banyaknya air akan mengakibatkan jumlah katalis menjadi berkurang yang mengakibatkan kadar metil ester kurang sempurna. Pada nilai kalor kurang dari SNI hal ini disebabkan karena rentan waktu pengujian nilai kalor yang lama dan penyimpanan yang terkontak dengan udara mengakibatkan angka asam menjadi lebih tinggi. Oksigen dapat membuat biodiesel lebih agresif bereaksi dan menghasilkan senyawa degradasi seperti asam, aldehyd, keton, senyawa tak terlarut (Zakaria., 2007) sehingga ada kemungkinan ester terbentuk terdegradasi menjadi asam lemak bebas.

Tabel 5. Komponen metil ester (biodiesel) hasil penelitian

Komponen Metil Ester	Hasil Penelitian (% Berat)
Metil Oleat	64,01
Metil Hexadecanoate	35,99

KESIMPULAN

1. Pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan menggunakan bahan baku minyak dedak padi.
2. Kondisi optimum rasio mol minyak dedak padi terhadap metanol adalah 0,7:8,5 dengan hasil sebesar 74 mL.

3. Kondisi optimum persen KOH adalah 0,63g dengan hasil biodiesel sebesar 74 mL dan kadar kemurnian biodiesel 100%. metil oleat yaitu sebesar 64,01% dan metil hexadecanoate 35,99%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharrya, D.K., Chakrabarty, M.M., Vaidyanathan, R.S., & Bhattacharyya, A.C., 1983, *A Critical Study of the Refining of Rice Bran Oil*, *Jam Oil Soc*, 60, 467-471.
- Freedman, B., 1984, *Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils*, *J. Am Oil Chem. Soc.*, 61, 1638-1643.
- Goffman, F.D., 2003, *Genetic Diversity for Lipid Content and Fatty Acid Profile in Rice Bran*. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, pp. 485-490.
- Hadipernata, M., 2006, *Mengolah Dedak Menjadi Minyak (Rice Bran Oil)*, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor.
- Hikmah M. N dan Zuliyana., 2010, *Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi*, Skripsi Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro Semarang.
- Ketaren, S. 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- McKetta, J.J., 1987, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, Vol. 1, Marcel Dekker, New York.
- Knothe, G., Dunn, O.R., and Bagby, O.M., 1997, *Biodiesel: The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels*, dalam ACS Symposium Series.
- Lam M.K., Lee k.t., Mohamed A.R., 2010, *Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: a review*, *Biotechnol Adv.*, 28, 500-518.
- Leung, D.Y.C., 2010, *A Review on Biodiesel Production Using Catalyzed Transesterification*, *Applied Energy*. 87, hal. 1083-1095.
- Lin L., Doung Y., Chai Tep S., Villyapadung S., 2008, *Biodiesel production from crude rice bran oil and properties as fuel*. School of Food and Bioengineering, Jiangsu University, Zhen Jiang 212013, China.
- Marchetti, J.M., and Errazu, A.F., 2008, *Esterification of Free Fatty Acids using Sulfuric Acid as Catalyst in the Presence of Triglycerides*, *Biomass Bioenergy*, 32, 892-895.
- Ma F and Hanna MA., 1999, *Biodiesel Production: a Review*, *Bioresour Technol*; 70:1-15
- Mardiah., 2005, *Pengaruh Asam Lemak dan Konsentrasi Katalis Asam terhadap Karakteristik dan Konversi Biodiesel pada Transesterifikasi Minyak Mentah Dedak Padi*, Laporan Program Kreativitas Mahasiswa, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Zakaria., 2007, *Reactive Extraction of Biodiesel, in School of Chemical Engineering and Advanced Material*. Newcastle University, Newcastle.
- Soerawidjaja, Tatang H., 2005, *Minyak Lemak dan Produk-produk Kimia lain dari Kelapa*, Handout kuliah Proses Industri Kimia, Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
- Zhang Y., Dube, M. A., McLean, D. D., Kates, M., 2003, *Review Paper: Biodiesel Production from waste Cooking Oil: 1. Process Design and Technological Assesment*, dalam: *Bioresource Technol*. Vol. 89. 1-16.