

ANALISIS REAKSI ALKOHOLISIS BODIESEL DARI *PALM KERNEL FATTY ACID DISTILLATE*

THE ANALYSIS OF BODIESEL ALCOHOLYSIS REACTION FROM PALM KERNEL FATTY ACID DISTILLATE

¹Abdul Halim, ¹Rahmat Fauzi, ¹Ari Isnandar, ¹Ammaru Zaky

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal
Jalan Kedoya Raya No. 02, Kebon Jeruk, Jakarta Barat,
Email korespondensi : halim@ista.ac.id

ABSTRAK

Menipisnya sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil dan peningkatan polusi udara yang disebabkan oleh emisi hasil proses pembakaran bahan bakar fosil, maka perlu verifikasi energi alternatif terbarukan (renewable energi) yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan bahan baku yang berasal dari minyak nabati, salah satunya adalah biodiesel dari reaksi esterifikasi *Palm Kernel Fatty Acid Distillate* (PKFAD). PKFAD merupakan hasil produk samping dari proses produksi *Refined Bleaching Deodorization of Palm Kernel Oil* (RBDPKO) yang mengandung trigliserida dan *free fatty acid* yang dapat dikonversikan menjadi metil ester (Biodiesel). Proses ini membutuhkan reaksi alkoholisis menggunakan bahan baku utama minyak nabati dan methanol. Penentuan persentase biodiesel menggunakan variabel angka asam, angka saponifikasi dan gliserol total. Hasil penelitian menunjukkan analisis eksperimental biodiesel optimum sebesar 98,94% dengan rasio pereaksi 19% dan katalis KOH 0,5% berat dari PKFAD pada temperatur 60 °C.

Kata kunci : fosil, biodiesel, reaksi esterifikasi, reaksi alkoholisis

ABSTRACT

The depletion of energy sourced by fossil fuels and the increment air pollution caused by emissions from the combustion process of fossil fuels, it is necessary to verify renewable alternative energy (renewable energy) that is environmentally responsible with using raw materials sourced by vegetable oil, one of them is biodiesel from the esterification reaction from Palm Kernel Fatty Acid Distillate (PKFAD). PKFAD is the waste product from the Refined Bleaching Deodorization of Palm Kernel Oil (RBDPKO) production process which contains triglycerides and free fatty acids to get converted into methyl esters (Biodiesel). This process alcoholysis reaction requires using the main raw materials are vegetable oil and methanol. The percentage determination of biodiesel uses variable acid numbers, saponification numbers and total glycerol. The research present that the experiment optimum analysis of biodiesel is 98.94% with a reactant ratio is 19% and a KOH catalyst ratio is 0.5% by weight of PKFAD and temperature.at 60 °C.

Keyword : fossil,biodiesel, the esterification reaction, alcoholysis reaction.

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk dan industri mengakibatkan peningkatan kebutuhan akan bahan bakar. Akan tetapi, peningkatan kebutuhan bahan bakar tersebut tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah produksi bahan bakar yang selama ini berasal dari fosil yang cadangannya terus menurun dan bersifat tidak terbarukan, selain tidak terbarukan bahan bakar berbasis minyak bumi dapat menimbulkan permasalahan bagi lingkungan karena akan menyebabkan polusi udara dan memicu terjadinya perubahan iklim akibat pemanasan global. Biodiesel merupakan sumber energi terbarukan (*renewable* energi) yang dapat mengeliminasi emisi gas

buang dan efek rumah kaca karena bahan yang digunakan merupakan karbon netral dan rendah kandungan sulfur (Yadav *et al.* 2010).

Biodiesel adalah senyawa alkil ester yang diproduksi melalui reaksi transesterifikasi antara trigliserida (minyak nabati, seperti minyak sawit, minyak jelantah, minyak jarak, lemak hewan dan lain - lain) dengan alkohol (misal methanol) untuk menghasilkan alkil ester (misal metil ester) dan crude gliserol dengan bantuan katalis asam atau basa. Pemilihan bahan baku untuk proses produksi biodiesel yang ekonomis adalah dengan penggunaan *low cost feed stock*. Beberapa contoh bahan baku yang termasuk *low cost feed stock* adalah minyak jelantah, *palm fatty acid distillate* (PFAD) yang merupakan hasil samping pemurnian CPO, *palm kernel fatty acid distillate* (PKFAD) yang merupakan hasil samping dari pemurnian PKO serta lemak hewan (Dewati, 2013). Pada penelitian ini akan digunakan *palm kernel fatty acid distillate* (PKFAD) sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

Palm kernel fatty acid distillate (PKFAD) merupakan salah satu minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Hal ini dapat dilakukan karena *palm kernel fatty acid distillate* merupakan minyak nabati yang berasal dari turunan *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) yang mengandung trigliserida dan *free fatty acid* yang dapat dikonversikan menjadi metil ester (biodiesel) dengan bantuan katalis asam dan basa. Pemanfaatan *palm kernel fatty acid distillate* (PKFAD) sebagai bahan baku pembuatan biodiesel merupakan salah satu cara untuk mengurangi limbah (hasil samping dari proses produksi RBDPKO) untuk meningkatkan nilai ekonomis dari *palm kernel fatty acid distillate* serta menciptakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar solar.

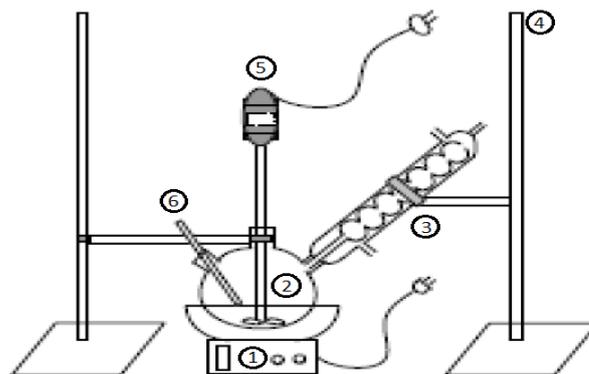
2. Metodologi penelitian

2.1 Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah PKFAD (*Palm Kernel fatty Acid Distillate*, methanol 99%, KOH, Air, Indikator fenolftalein.

2.2 Alat

Peralatan yang digunakan terdiri dari Pemanas, Flash, kondensor, standard dan klem, agitator, thermometer dan peralatan gelas.



Gambar 1. Rangkaian Alat

2.3 Cara kerja

2.3.1 Pengambilan sample

Bleaching adalah proses pembersihan dan pembuangan kotoran lain dari CPKO. Lalu proses Filtrasi untuk memperoleh BPKO (*Bleached Palm Kernel Oil*) yang benar-benar bersih. Kemudian proses *Deodorization* yang merupakan tahapan yang bertujuan untuk mengutrangi kadar asam lemak bebas (FFA), hasil sampingan dari proses ini adalah PKFAD (*Palm Kernel Fatty Acid Distillate*) sebagai sampel yang akan digunakan untuk penelitian.

2.3.2 Pembuatan metil ester

Persiapan dan analisis bahan baku palm kernel fatty acid distillate dengan kadar FFA 85% kemudian direaksikan dengan methanol p.a pada ratio (16%,17%,18%,19%,20%,21%,22%) dan konsentrasi katalis KOH (0,1%,0,2%,0,3%,0,4%,0,5%,0,6%,0,7%) pada temperatur 60 °C selama 1 jam . Proses reaksi yang terjadi yaitu reaksi transesterifikasi dengan produk akhir metil ester dan crude gliserin. Selanjutnya proses pemisahan produk utama (metil ester) dengan produk samping (crude gliserin) dengan menambahkan air sesuai dengan jumlah crude gliserin yang dihasilkan kemudian diamkan selama 24 jam sehingga terjadi batas antara crude gliserin dengan metil ester. Pisahkan metil ester dan crude gliserin dan kerungkan untuk mendapatkan kemurnian metil ester.

2.3.3 Analisis sifat metil ester

Dari sampel yang diambil pada saat proses reaksi, maka dilakukan analisis terhadap nilai metil ester yang terbentuk dalam sampel biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan persamaan empiris berikut:

$$\% \text{ metil ester} = \frac{100 \cdot (As - Aa - 4.57Gttl)}{As}$$

Dimana:

As = Angka penyabunan yang ditentukan dengan metoda AOCS Cd 3-25

Aa = Angka asam yang ditentukan dengan metoda AOCS Cd 3-63

Gttl = Kandungan gliserol total dalam biodiesel yang ditentukan dengan metoda Ca 14-56
Persentase metil ester yang memenuhi standar SNI harus lebih besar atau sama dengan 96.5%

2.3.4 Pengumpulan data

Pengambilan data sampel dilakukan pada perlakuan rasio pereaksi antara methanol dengan berat feed *palm kernel fatty acid distillate* (16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21% dan 22%) dan untuk konsentrasi katalis terhadap berat feed *palm kernel fatty acid distillate* (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6% dan 0.7%).

2.3.5 Pengolahan data

Dari persentase metil ester biodiesel yang dihasilkan kemudian dilakukan analisis pengaruhnya terhadap nilai konversi reaksi pembentukan metil ester. Nilai konversi reaksi untuk reaksi secara keseluruhan pada proses reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi merupakan persentase dalam mol reaktan yang dikonversikan terhadap produk akhir per jumlah total minyak dalam persentase mol

$$\text{Konversi} = \frac{\text{mol bereaksi}}{\text{mol mula-mula}} \times 100\%$$

2.3.6 Teknik optimasi

Nilai optimum dari hasil penelitian analisis reaksi alkoholisis biodiesel dari *palm kernel fatty acid distillate* ini dilakukan dengan mencari biodiesel yang memiliki persentase metil ester

sesuai dengan standar SNI yakni sebesar 96.5% dengan penggunaan rasio pereaksi antara methanol terhadap berat feed *palm kernel fatty acid distillate* dan konsentrasi katalis terhadap berat feed *palm kernel fatty acid distillate* yang minimum. Karena penggunaan pereaksi dan katalis yang minimum untuk memperoleh hasil persentase metil ester yang sesuai dengan standar SNI akan menghasilkan produk dengan *yield* yang tinggi dan analisis selanjutnya menggunakan program analisis optimasi solver excel.

2.3.7 Teknik Komparasi

Hasil dari persentase metil ester yang optimum kemudian dikomparasikan dengan biodiesel yang dihasilkan dalam skala pabrik yang saat ini menggunakan bahan baku *refined bleach deodorize palm oil* (RBDPO) dengan rasio pereaksi antara methanol terhadap berat feed *refined bleach deodorize palm oil* sebesar 19% dan konsentrasi katalis terhadap berat feed *refined bleach deodorize palm oil* adalah sebesar 0.4%. Dari hasil komparasi tersebut akan diperoleh hasil apakah data – data yang diperoleh dari analisis reaksi alkoholisis biodiesel dari *palm kernel fatty acid distillate* ini dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk menghasilkan sumber energy baru dan terbarukan dengan menggunakan bahan baku *palm kernel fatty acid distillate* sebagai pengganti bahan baku *refined bleach deodorize palm oil* yang saat ini masih digunakan.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Pengaruh konsentrasi katalis (X₁) terhadap persentase metil ester (Y)

Pada variabel persentase jumlah katalis terhadap berat feed *palm kernel fatty acid distillate* (X₁) dilakukan analisis terhadap persentase metil ester (Y₁) yang terbentuk melalui reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi. Konsentrasi katalis terhadap berat feed *palm kernel fatty acid distillate* (X₁) yang dilakukan pada penelitian ini adalah 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, dan 0.7%, Sedangkan variabel yang lain dijaga tetap, yaitu berat PKFAD 1500 gr, ratio PKFAD/methanol 19% direkasikan selama 1 jam dan temperatur 60 °C. Maka diperoleh hasil persentase metil ester (Y) seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi katalis (X₁) terhadap persentase metil ester (Y)

Konsentrasi katalis (%)	Angka saponifikasi	Angka asam	Gliserol total	% Metil ester
0,1	176,5947	17.125	8,097	78,08
0,2	177,2748	1,5819	5,0985	85,96
0,3	177,9872	1,2549	32,986	91,62
0,4	178,2872	1,1441	10,876	96,57
0,5	178,5625	0,7865	0,2389	98,94
0,6	178,8845	0,6926	0,2375	99,0
0,7	1.790.105	0,6725	0,2301	99,03

Dari tabel 1 terlihat bahwa persentase metil ester (Y) yang terbentuk semakin meningkat seiring dengan kenaikan katalis (X₁). Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya jumlah katalis terhadap berat feed *PKFAD* (X₁) pada proses reaksi alkoholisis biodiesel sehingga konversi reaksi pembentukan metil ester (Y₁) akan semakin meningkat. Namun, penambahan katalis yang lebih banyak pada satu titik tidak dapat lagi untuk menaikkan kembali konversi terbentuknya metil ester yang menyebabkan katalis dapat memperlambat kecepatan laju reaksi.

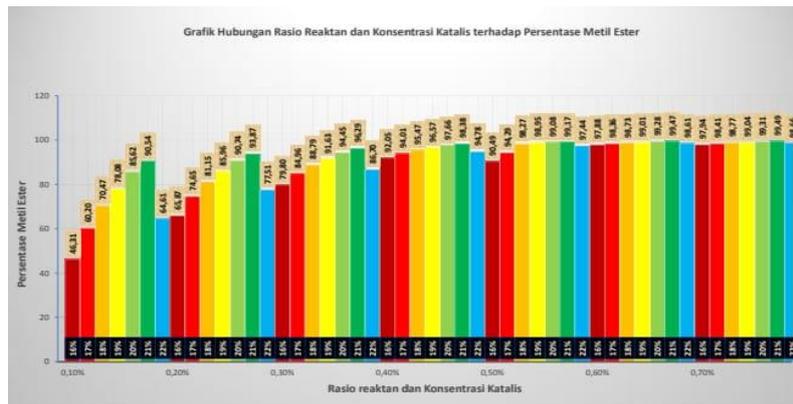
3.2. Pengaruh rasio pereaksi terhadap persentase metil ester

Pada variabel rasio pereaksi antara berat methanol dengan berat feed PKFAD (X_2) terhadap persentase metil ester (Y) yang terbentuk melalui reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi. Rasio pereaksi antara berat methanol terhadap berat feed palm PKFAD (X_2) yang dilakukan pada penelitian ini adalah 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, dan 22%, Sedangkan variabel yang lain dijaga tetap, yaitu berat PKFAD 1500 gr, konsentrasi katalis 0,5% (b/b) direkasikan selama 1 jam dan temperatur 60 OC. Maka diperoleh hasil persentase metil ester (Y) seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Pengaruh rasio pereaksi (X_2) terhadap persentase metil ester (Y)

Rasio Oil/ Metanol	Angka saponifikasi	Angka asam	Gliserol total	% Metil ester
0,1	176,5947	17.125	8,097	78,08
0,2	177,2748	1,5819	5,0985	85,96
0,3	177,9872	1,2549	32,986	91,62
0,4	178,2872	1,1441	10,876	96,57
0,5	178,5625	0,7865	0,2389	98,94
0,6	178,8845	0,6926	0,2375	99
0,7	1.790.105	0,6725	0,2301	99,03

Dari tabel 2 terlihat persentase metil ester (Y) yang terbentuk semakin meningkat seiring dengan kenaikan rasio pereaksi (X_2), Semakin besar rasio pereaksi antara berat methanol terhadap berat feed PKFAD (X_2) maka konversi reaksi pembentukan metil ester (Y_1) semakin meningkat, dikarenakan jumlah trigliserida dalam reaksi yang bertumbukan antara molekul dengan trigliserida akan semakin besar sehingga konversi terbentuknya metil ester akan semakin tinggi. Namun, dengan penambahan jumlah trigeliserida yang lebih besar pada satu titik yang optimum tidak dapat lagi menaikkan terbentuknya metil ester hal ini dikarenakan kemungkinan tumbukan antara katalis dengan trigliserida menjadi lebih kecil.



Gambar 2. Grafik hubungan konsentrasi katalis (X_1) dan rasio pereaksi (X_2) terhadap pesentase metil ester (Y)

3.3. Penentuan titik optimasi

Penentuan titik optimasi persentase metil ester dibantu oleh program solver add ins ms excel maka diperoleh hasil persentase metil ester (Y) yang optimum pada jumlah katalis (X_1) 0.5% sebesar 98.9481% dan rasio pereaksi (X_2) 18% sebesar 98.2661 dengan limitasi persentase metil ester sebesar 96,5% (berdasarkan standar SNI biodiesel)

3.4. Komparasi persentase metil ester PKFAD dan RBDPO

3.4.1 Percobaan 1

Reaksi yang menggunakan bahan baku *PKFAD* 19% dan konsentrasi katalis 0.50% dikomparasikan dengan menggunakan bahan baku *refined bleach deodorize palm oil (RBDPO)* 19% dan konsentrasi katalis 0.40%

Tabel.3. Persentase metil ester (Y) PKFAD dan RBDPO

Data	1	2	3	4	5	6	7	Rata-rata
Metil ester PKFAD (%)	98,95	98,92	98,98	98,96	98,93	98,93	98,91	98,94
Metilester RBDPO (%)	98,60	98,69	98,71	98,57	98,89	98,79	98,88	98,73

3.4.2 Percobaan 2

Reaksi dilakukan dengan menggunakan bahan baku *PKFAD* dan konsentrasi katalis 0.50% dan rasio 18% dikomparasikan dengan menggunakan bahan baku *RBDPO* 19% konsentrasi katalis 0.40%. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4: Persentase metil ester (Y) PKFAD dan RBDPO

Data	1	2	3	4	5	6	7	Rata-rata
Metil ester PKFAD (%)	98,27	98,29	98,30	98,25	98,26	98,26	98,25	98,27
Metilester RBDPO (%)	98,60	98,69	98,71	98,57	98,89	98,79	98,88	98,73

4. Kesimpulan

Persentase metil ester optimum pada jumlah katalis (X_1) 0.5% sebesar 98.9481% dan rasio pereaksi (X_2) 18% sebesar 98.2661. Hasil persentase metil ester percobaan 1 lebih layak diaplikasikan untuk skala industri dibandingkan percobaan 2 karena nilai persentase metil ester PKFAD lebih besar daripada RBDPO

5. Daftar Pustaka

Dewati, P. R., 2013, "Optimasi Proses dan Studi Kinetika Reaksi Pada Sintesa Biodiesel Dari Used Cooking Oil (CPO) Dengan Reaksi Etanolisis", Tesis diajukan pada Fakultas Pascasarjana UGM, Yogyakarta.

Encinar, J. M., Gonzales, J.F., and Reinares, R., 2007, "Ethanolysis of Used Frying Oil. Biodiesel Preparation and Characterization Fuel Process", *Technol.*, 88, 513-522.

Garcia, C. M., Teixeira, S., Marciniuk, L. L., and Schuchardt, U., 2008, "Transesterification Of Soybean Oil Catalyzed By Sulfated Zirconia", *Bioresour. Technol.*, 99, 6608-6613.

Hariyadi, 2005, "Budidaya Tanaman Jarak (*Jatropha curcas*) Sebagai Sumber Bahan Alternatif Biofuel".

Joelianingsih. 2008. Biodiesel Production from Palm Oil in a Bubble Column Reactor by Non-Catalytic Process [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Ketaren, S., 1986, “Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan”, Edisi 1. Universitas Indonesia pers, Jakarta.
- Kirk, R.E and Othmer, D.F., 1981. “Encyclopedia Of Chemical Technology”, 3rd ed., vol. 10, Interscience Publisher, John Wiley and Sons, New York.
- Kusdiana D, Saka S. 2001. Development of Biodiesel Fuel Production by Supercritical Methanol. Tokyo: Kyoto University, Sakyo-ku.
- Levenspiel O. 1972. Chemical Reaction Engineering. New York. John Wiley & Sons, Inc.
- Ma F, Hanna MA. 1999. Biodiesel Production: a Review. Bioresource Technology. 70: 1 – 15.
- Marchetti JM, Miguel VU, Errazu AF. 2007. Possible Methods for Biodiesel Production. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 11: 1300 – 1311.
- Petchmala A, Yujaroen D, Shotipruk A, Goto M, Sasaki M. 2008. Production methyl Esters from Palm Fatty Acids in Supercritical Methanol. Chiang Mai J. Sci. 35(1): 23 – 28.
- Sawitri, D.R., 2012, “Kinetika Reaksi Esterifikasi pada Produksi Biodiesel dari Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) dengan Katalisator Zirkonia Tersulfatasi”, Tesis diajukan pada Fakultas Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Yadav PKS, Singh O, Sing RP. 2010. Palm Fatty Acid Biodiesel: Process Optimization and Study of Reaction Kinetics. Journal of Oleo Science. 59 (11): 575 – 580.