

Pembentukan Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi Dengan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS)

Kezia Alfa Sarandon¹, Ahdiat Leksi Siregar¹, Istianto Budhi Rahardja^{1*}

¹Plantation Products Processing Technology, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Jl. Gapura 8, Rawa Banteng, Cibitung, Bekasi, 17520

*Corresponding Author : istianto.rahardja@gmail.com

Abstrak

Biodiesel merupakan pengganti bahan bakar solar yang menggunakan bahan nabati sebagai bahan bakunya. *Crude Palm Oil* (CPO) merupakan salah satu bahan nabati yang akan menghasilkan *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME). Biodiesel ini mempunyai keunggulan untuk mengurangi emisi gas di udara dan bahan baku yang *renewable*. Pada penelitian ini pembentukan biodiesel diolah dengan dua reaksi yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi menggunakan CPO, metanol teknis sebanyak 15% (b/b) dan katalis homogen H_2SO_4 98% sebanyak 0,5% (b/b) berguna untuk menurunkan *Free Fatty Acid* (FFA). Sedangkan transesterifikasi menggunakan katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS) yang mempunyai kandungan K_2O , dengan rasio 2%, 5%, dan 8% berbanding dengan parameter uji SNI yang dihasilkan. Pada penelitian ini Standar Nasional Indonesia yang dicapai belum memenuhi syarat, dikarenakan pembakaran abu tandan kosong yang belum sempurna.

Kata kunci : Biodiesel, Crude Palm Oil, Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit, Esterifikasi, Transesterifikasi

Abstract

Biodiesel be a substitute for diesel fuel that uses a vegetable as feedstocks .Crude Palm Oil (CPO) is one of vegetable matter that will produce monounsaturated Fatty Acids Methyl Ester (FAME). Biodiesel has excellence in the reduction of gas in the air and renewable raw materials. In this study the formation of biodiesel mixed with two reaction that is esterifikasi transesterification and estrerification. The process esterifikasi use CPO, methanol technical asa many 15% (b/b) and catalyst homogeneous H_2SO_4 98% as many as 0,5 % (b/b) useful to lower Free Fatty Acids (FFA).While transesterification using catalysts of Ashes bunches of empty oil palm (ATTKS) which containing K_2O , by a ratio of 2% , 5% , and 8% comparison with the parameters of new regulation of sni efforts whatever survives this test product that is being produced .In this study of the indonesian national standard achieved not qualified , because the ashes of empty rudimentary .

Keywords : Biodiesel, Crude Palm Oil, Bunches of oil Palm the Empty, Esterification, ransesterification

PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan bahan bakar yang menggunakan bahan baku nabati (*renewable*), mempunyai kelebihan mengurangi emisi pada udara, juga limbah gas asap tidak berwarna hitam, dan tidak membuat mata perih. (Suharto, 2017). Bahan bakunya minyak kedelai, minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak kacang tanah, minyak bunga matahari. Namun, pembentukan biodiesel di Indonesia lebih cocok menggunakan minyak sawit, karena hasilnya yang melimpah. Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit merupakan katalis heterogen mempunyai keuntungan diantaranya, tidak sensitif dengan FFA, tidak memerlukan tahapan pencucian

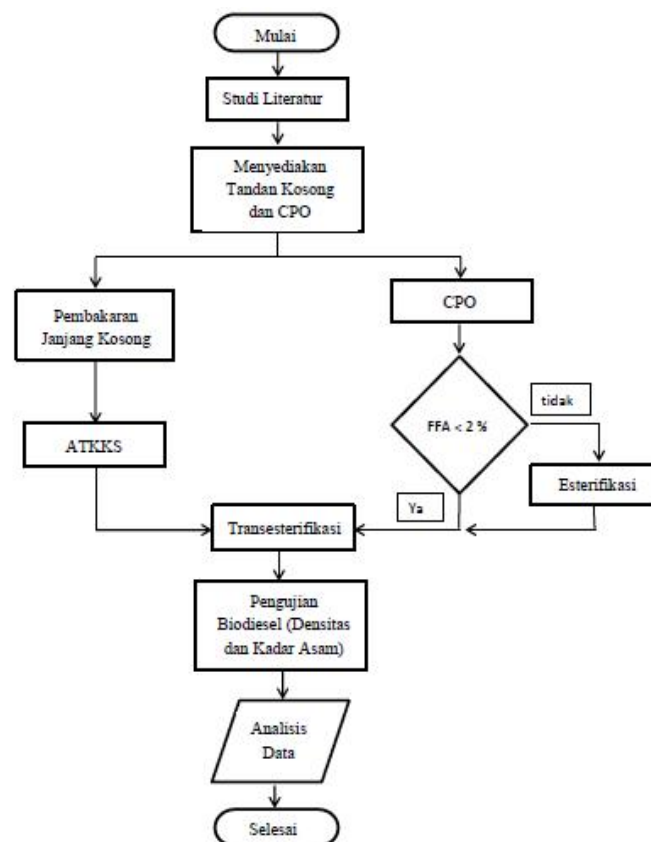
katalis, dan mudah untuk dipisahkan (Budiman, dkk. 2014). Pada penelitian sebelumnya (Maliana, 2016) CPO juga direaksikan dengan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS) sebagai katalis pada transesterifikasi, namun dengan 3% (b/b) tidak dapat menghasilkan *yield* lebih dari 40%.

Salah satu akibat kekurangan pembentukan biodiesel terdapat dari kurangnya metanol pada reaksi pembentukan biodiesel, menurut Freedman dan Mounts (1984) berat metanol yang digunakan adalah mol minyak dan metanol

adalah 1 : 6 dari berat sampel pada reaksi transesterifikasi. Sedangkan penelitian sebelumnya hanya menggunakan 60% dari berat sampel. Pada peneliti ini variabel bebas yaitu katalis pada reaksi transesterifikasi dengan 2%, 5%, dan 8% dari berat sampel. Dengan tujuan yaitu Mengetahui pembentukan biodiesel menggunakan ATKKS, mengetahui rasio ATKKS yang sesuai dengan beberapa uji karakteristik pembentukan biodiesel yang memenuhi SNI, dan mengetahui *yield* yang dihasilkan dari pembuatan biodiesel menggunakan ATKKS.

METODOLOGI

Adapun skema dari penelitian ini adalah :



Gambar 1 Kerangka Berpikir

Metode Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini metode penelitian yang digunakan yaitu :

1. Tahapan Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam tahapan pengumpulan data adalah

1. Metode Literatur

Metode pengumpulan data dengan metode literatur dilakukan dengan mengumpulkan jurnal penelitian dan membaca buku tentang biofuel.

2. Metode Eksperimen

Metode eksperimen dimana variabel bebasnya adalah jumlah dari Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai katalis dan terikatnya adalah *yield* dan kualitas SNI.

2. Tahapan Penelitian

Adapun kegiatan pada tahapan penelitian antara lain :

1. Pembentukan Katalis Heterogen

- Tandan kosong kelapa sawit dicacah
- Tandan kosong kelapa sawit yang sudah dicacah dikalsinasi atau dibakar pada suhu 150°C selama satu jam
- Abu yang dihasilkan diayak dengan saringan 100 *mesh*
- Setelah diayak abu kembali dioven selama dua jam dengan suhu 110°C

2. Pembentukan Biodiesel

A. Pengujian FFA

- Sampel dipanaskan dengan hot plate magnetic stirer pada suhu 45 – 50°C agar mencair dan homogen
- Sampel ditimbang sebanyak 3 – 5 g sampai ketelitian empat desimal (0,0001 g) ke dalam Erlenmeyer
- Isopropil alkohol yang sudah dinetralisasi sebanyak 50 mL ditambahkan ke dalam sampel minyak, kemudian indikator pp ditambahkan sebanyak 4 tetes
- Minyak dititrasi dengan larutan standar NaOH 0,1N setetes demi setetes hingga timbul warna jingga yang bertahan minimal 30 detik.
- % FFA dihitung

B. Esterifikasi

- Sampel sebanyak 100 g diaduk hingga homogen sampai suhu mencapai 60°C

- Metanol sebanyak 15% dari berat sampel dan H_2SO_4 sebanyak 0,5% dari berat sampel ditambahkan ke sampel diaduk dan dipanaskan selama 2 jam dengan dipertahankan suhu 60°C
- C. Transesterifikasi
- Minyak hasil esterifikasi sebanyak 80 gram dimasukan ke dalam erlenmeyer kemudian dipanaskan sampai suhu 60°C
- Setelah mencapai suhu tersebut ditambahkan metanol dengan perbandingan metanol dan minyak 6 : 1 dan variasi abu 2% (b/b), 5% (b/b), dan 8% (b/b)
- Setelah ditambahkan dipanaskan dengan suhu 60°C selama dua jam
- Lalu dipisahkan menggunakan *mini centrifuge*
- D. Pengujian Biodiesel
- Penentuan *yield*
 - Beaker kosong ditimbang
 - Metil ester hasil transesterifikasi dimasukan ke dalam beaker lalu ditimbang
- Pengujian Densitas
 - Piknometer yang sudah dikeringkan ditimbang dan dicatat
 - Sampel dimasukan ke dalam piknometer tanpa ada gelembung kemudian ditimbang
- Penentuan kadar asam
 - Metil ester sebanyak 2 – 3 g dimasukan ke dalam erlenmeyer 250 mL
 - Heksan ditambahkan sebanyak 15 mL dan alkohol 95% sebanyak 20 mL
 - Indikator phenolphthalein 3 – 4 tetes, kemudian dititrasi dengan KOH 0,1N
 - Perhatikan volume KOH hingga berubah warna menjadi merah muda yang bertahan selama 30 detik
 - Volume KOH yang digunakan dicatat untuk melakukan perhitungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS) sebagai Katalis

Pembakaran menggunakan alat pirolisis selama 1 jam dengan suhu 150°C. Kemudian dioven selama 2 jam dengan suhu 110°C. Adapun Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit

Pengujian kadar FFA

Penelitian ini memiliki FFA 2,99%. Maka dari itu harus dilakukan proses esterifikasi terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan proses transesterifikasi untuk pembentukan biodiesel.

Proses Esterifikasi

Esterifikasi pada penelitian ini menggunakan metanol teknis sebanyak 15% dan katalis H_2SO_4 98% sebanyak 0,5% (b/b). Metanol dipilih sebagai alkohol, karena memiliki rantai karbon C yang pendek, sehingga dapat bereaksi dengan cepat. Jumlah metanol dalam proses esterifikasi dibutuhkan berlebih, terlebih lagi apabila FFA yang dikandung bahan baku tinggi, karena mencegah reaksi balik ke arah kiri. Bahan yang digunakan lainnya adalah katalis yang berfungsi untuk mempercepat laju reaksi tanpa ikut bereaksi. Katalis yang digunakan adalah H_2SO_4 , katalis asam. Katalis ini adalah katalis homogen, dimana reaksi terjadi lebih cepat karena fasenya sama dengan bahan baku (*liquid*). Konsentrasi yang digunakan tidaklah murni, namun 98%. Hal ini disebabkan apabila konsentrasi yang terlalu tinggi akan menyebabkan hasil esterifikasi yang jenuh, begitu juga dengan banyaknya katalis, dapat membuat jenuh. Kejenuhan dapat dilihat ketika dilakukan pengujian

FFA, sampel berubah menjadi warna ungu, bukan berwarna jingga. Hasil dari reaksi esterifikasi pada penelitian ini FFA turun hingga 1,89%. **Transesterifikasi**

Reaksi transesterifikasi yaitu mengubah trigliserida yang dihasilkan reaksi esterifikasi kembali direaksikan menggunakan metanol dengan bantuan katalis. Metanol yang digunakan sebanyak 6 : 1 untuk mentanol dan berat sampel yang digunakan. Menurut penelitian Imaduddin, dkk. (2008) menyatakan bahwa semakin meningkatnya molar metanol dengan minyak dari 6 : 1 hingga 12 : 1 tidak menghasilkan konversi metil ester yang signifikan. Diperkuat dengan pernyataan Encinar dkk. (2002) semakin banyak molar metanol yang digunakan akan mendorong reaksi ke arah kiri atau reaksi balik. Karena terjadi peningkatan kelarutan, penambahan pelarut yang terus menerus dapat menyebabkan kejenuhan dan dapat menyebabkan pembentukan monogliserida. Hasil dari pemisahan antara metil ester, gliserol, dan katalis.



Gambar 3 Lapisan Metil Ester (atas), Gliserol (tengah), dan katalis (bawah)

Pengujian Biodiesel

A. Yield

Berat CPO atau berat sampel untuk reaksi transesterifikasi dibagi dengan berat metil ester setelah dilakukan pemisahan dari gliserol dan katalis. Sebagai contoh yaitu dengan perhitungan :

$$Yield = \frac{\text{massa metil ester}}{\text{massa CPO transesterifikasi}} \times 100\%$$

$$Yield = \frac{31,0999 \text{ g}}{80,19 \text{ g}} \times 100 = 39 \%$$

Tabel 1 Yield untuk 2%-b ATKKS

| 2% | Berat CPO (g) | Berat Metil Ester (g) | Yield (%) |
|----|---------------|-----------------------|-----------|
| 1 | 80,19 | 31,0999 | 39 |
| 2 | 80,02 | 36,9040 | 46 |
| 3 | 80,78 | 40,7528 | 50 |

Tabel 2 Yield untuk 5%-b ATKKS

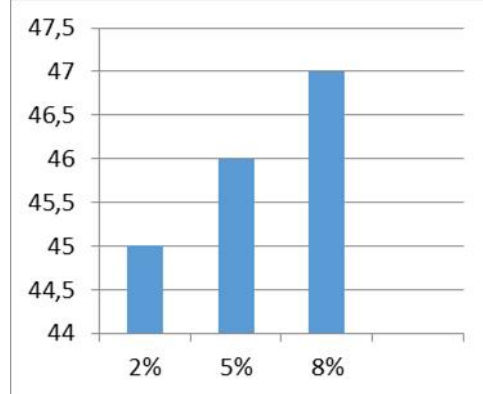
| 5% | Berat CPO (g) | Berat Metil Ester (g) | Yield (%) |
|----|---------------|-----------------------|-----------|
| 1 | 80,12 | 37,7789 | 47 |
| 2 | 80,00 | 36,3064 | 45 |
| 3 | 80,08 | 35,9400 | 45 |

Tabel 3 Yield untuk 8%-b ATKKS

| 8% | Berat CPO (g) | Berat Metil Ester (g) | Yield (%) |
|----|---------------|-----------------------|-----------|
| 1 | 80,11 | 36,2438 | 45 |
| 2 | 54,13 | 26,2330 | 48 |
| 3 | 80,14 | 39,0655 | 49 |

Tabel 4 Rerata Yield dari Setiap Rasio

| Rasio | Σ Yield (%) |
|-------|-------------|
| 2% | 45 |
| 5% | 46 |
| 8% | 47 |

**Gambar 4** Grafik Hubungan Antara Rasio dengan Yield

Yield yang dihasilkan oleh ketiga rasio katalis paling tertinggi dicapai oleh rasio 8%, semakin banyak katalis yang digunakan maka reaksi pembentukan trigliserida dengan alkohol juga semakin cepat, dan membuat konversi metil ester tinggi.

B. Densitas

Densitas atau massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Densitas akan meningkat dengan menurunnya rantai panjang dan meningkatnya jumlah ikatan rangkap, hal ini menyatakan bahwa bahan bakar kaya akan senyawa tak jenuh. Pada penelitian ini suhu untuk pengujian densitas belumlah diperhatikan, kisaran suhu yang digunakan adalah suhu ruang. Setelah metil ester dipisahkan, densitas diukur

menggunakan

piknometer.

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{\text{massa pikno isi} - \text{massa piknokosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{43,2841 \text{ g} - 22,8980 \text{ g}}{25 \text{ mL}} = 0,8154 \text{ g/mL}$$

Tabel 5 Densitas untuk 2%-b ATKKS

| 2% | Massa Pikno kosong (g) | Masa Pikno Isi (g) | Massa Jenis (g/ml) |
|----|------------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 20,3541 | 41,3895 | 0,8414 |
| 2 | 22,8980 | 43,2496 | 0,8141 |
| 3 | 22,8980 | 43,2841 | 0,8154 |

Tabel 6 Densitas untuk 5%-b ATKKS

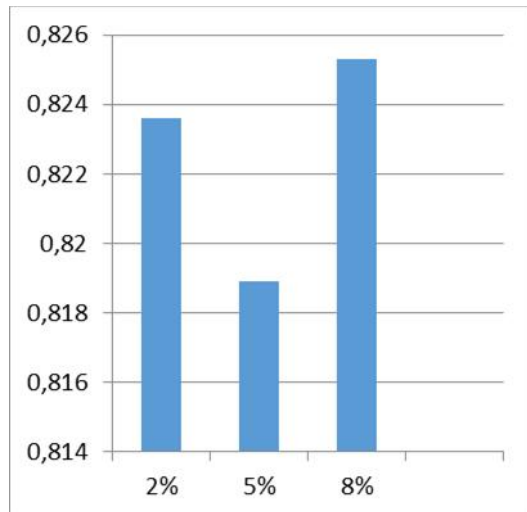
| 5% | Massa Pikno kosong (g) | Masa Pikno Isi (g) | Massa Jenis (g/ml) |
|----|------------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 20,3541 | 40,8542 | 0,8200 |
| 2 | 22,8980 | 43,3136 | 0,8166 |
| 3 | 22,8980 | 43,4026 | 0,8202 |

Tabel 7 Densitas untuk 8%-b ATKKS

| 8% | Massa Pikno kosong (g) | Masa Pikno Isi (g) | Massa Jenis (g/ml) |
|----|------------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 20,3541 | 40,9129 | 0,8224 |
| 2 | 20,3541 | 41,0163 | 0,8265 |
| 3 | 22,8980 | 43,5712 | 0,8269 |

Tabel 8 Perbandingan Antara Rasio dengan Densitas

| Rasio | Σ Densitas (g/mL) |
|-------|-------------------|
| 2% | 0,8236 |
| 5% | 0,8189 |
| 8% | 0,8253 |



Gambar 5 Grafik Hubungan Antara Rasio ATKKS dengan Densitas

C. Kadar Asam

Kadar asam diuji dengan sampel ditimbang \pm 3 g kemudian ditambahkan 15 mL n-heksan, 20 mL, lalu ditetesi dengan indikator pp sebanyak 3 – 4 tetes lalu dititrasi dengan KOH 0,1N (BM 56,1). Perhitungan kadar asam yaitu dengan rumus :

$$\text{Kadar Asam} = \frac{V_{\text{KOH}} \times N_{\text{KOH}} \times 56,1}{W}$$

$$\text{Kadar Asam} = \frac{1,8 \times 0,1 \times 56,1}{W}$$

$$= 3,2724$$

Tabel 9 Kadar Asam untuk 2%-b ATKKS

| 2% | Massa Sample (g) | Volume KOH (mL) | Kadar Asam (mg KOH/ g minyak) |
|----|------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 3,0067 | 2 | 3,7317 |
| 2 | 3,0459 | 1,9 | 3,4995 |
| 3 | 3,0858 | 1,8 | 3,2724 |

Tabel 10 Kadar Asam untuk 5%-b ATKKS

| 5% | Massa Sample (g) | Volume KOH (mL) | Kadar Asam (mg KOH/ g minyak) |
|----|------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 3,0451 | 2,2 | 4,0531 |
| 2 | 3,0248 | 2,1 | 3,8948 |
| 3 | 3,0851 | 1,5 | 2,7276 |

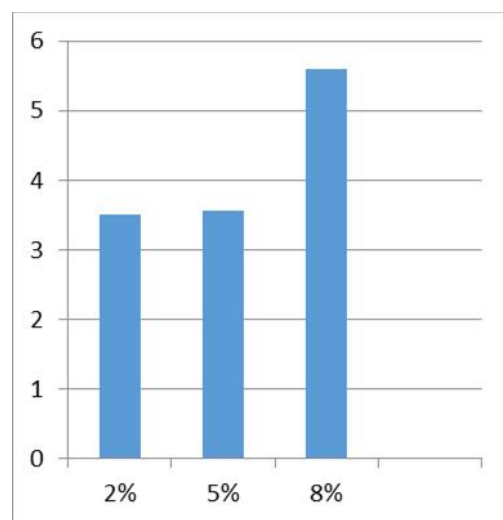
Tabel 11 Kadar Asam untuk 8%-b ATKKS

| 8% | Massa | Volume | Kadar |
|----|-------|--------|-------|
|----|-------|--------|-------|

| | Sample (g) | KOH (mL) | Asam (mg KOH/ g minyak) |
|---|------------|----------|-------------------------|
| 1 | 3,1244 | 3,1 | 5,5662 |
| 2 | 3,0355 | 3,1 | 5,7292 |
| 3 | 3,0787 | 3,0 | 5,4666 |

Tabel 12 Perbandingan Antara Rasio dengan Kadar Asam

| Rasio | Σ Kadar asam (%) |
|-------|------------------|
| 2% | 3,5012 |
| 5% | 3,5585 |
| 8% | 5,5873 |



Gambar 6 Grafik Hubungan Antara

Rasio ATKKS dengan Kadar Asam

Kadar asam juga belum memenuhi standar, ini dapat disebabkan adanya rentan waktu sebelum diuji kadar asam. Menurut Silviana dan Luqman (2015) semakin lama penyimpanan biodiesel dalam sebuah tangki (berbahan PVC dan galvanis) membuat kadar asam semakin meningkat per satu minggu untuk pengujian. Hal ini disebabkan *local chemistry reaction*, reaksi kimia yang bekerja pada komposisi bahan kimia itu sendiri. Ditambah lagi pengaruh udara yang sangat rentan terhadap kenaikan kadar asam biodiesel. Penyimpanan pada penelitian ini menggunakan botol reagen yang diletakan di tempat terbuka, sehingga bisa terjadi peningkatan kadar asam.

PENUTUP

Adapun kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini yaitu : *Crude Palm Oil* dengan bantuan katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS) berpotensi untuk pembentukan biodiesel. Pembentukan biodiesel yang sesuai dengan SNI belum didapatkan. Namun, pada rasio ATKKS 2% memiliki kualitas yang lebih baik daripada yang lainnya yaitu densitas sebesar rerata 0,8236 g/mL dan kadar asam rerata 3,5012 mg KOH / g minyak. Pembentukan biodiesel pada penelitian ini menghasilkan rerata *yield* sebesar 45% pada rasio ATKKS 2%-b, 46% pada rasio ATKKS 5%-b, dan 47% pada rasio ATKKS 8%-b.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, M. R. P. 2009. Simulasi Integrasi Proses Produk Hilir Kelapa Sawit (Biogasoline, Biodiesel, Biopelumas), Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Budiman A., Ratna D. K., Yano S. P., Ni'mah A. L. 2014. Biodiesel : Bahan Baku, Proses, dan Teknologi. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Encinar, J. M., Gonzales, J. F., Rodriguez, J. J., and Tejedor A. 2002. Biodiesel Fuels from Vegetable Oils: Transesterifikasi of *Cyanara Cardunculus* L. Oils with Ethanol, *Energy Fuels*, 16 443-440.
- Fauzi, Y. 2005. Kelapa Sawit, Budi Daya Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisa Usaha dan Pemasaran, edisi revisi. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Freedman, B., E. H. Pryde and T. L. Mounts. 1984. *Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils. J Am. Oil Chem. Soc* 1638 – 1643.
- Gozan, M., Nasikin, A. Wijanarko, dan H. Hermansyah. 2007. Riset Bahan Bakar Hayati (Bioethanol dan Biodiesel). Jakarta : Universitas Indonesia.
- Hambali, E., Mujdalifah, S., Tambunan, A. H., Pattiwiri, A. W., Hendroko, R. 2017. Teknologi Bioenergi. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Hudaya, Beni. 2010. Penentuan β -Karoten dan Minyak Sawit yang Terikat pada Bentonit Setelah Digunakan sebagai *Bleaching*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Imaduddin M., Yoeswono, Wijaya K., dan Tahir. 2008. Ekstraksi Kalium dari Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Katalis pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit, *Bulletin of Chem. Reaction Engineering & Catalyst*, 3:14-20.
- Maliana N., 2016. Pembuatan Biodiesel dari *Crude Palm Oil* (CPO) Melalui Reaksi Dua Tahap dengan Menggunakan Katalis H₂SO₄ dan K₂O dari Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS). Kendari : Universitas Halu Oleo.
- Prasetyoko, D., Qoniah, I. 2010. Penggunaan Cangkang Bekicot sebagai Katalis Untuk Reaksi Transesterifikasi Refined Palm Oil. Prosiding Skripsi.
- Prihananda R., Roy H., Makmur N. 2006. Menghasilkan Biodiesel Murah. Jakarta: AgroMedia.
- Silviana dan Luqman. 2015. Efek Penyimpanan Biodiesel Berdasarkan Studi Kajian Degradasi Biodiesel CPO. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Sharma, M. P., Jain, S. and Rajvanshi, S. 2011. *Acid Base Catalyzed Transesterification Kinetics of Waste Cooking, Oil Fuel Process. Technol.*, 92, 32 – 38.
- Suharto. 2017. Bioteknologi dalam Bahan Bakar Nonfosil. Yogyakarta: ANDI.
- Tahir dan Yoeswono. 2009. Optimasi Proses Transesterifikasi Minyak Sawit dengan Metanol dan Katalis KOH untuk Pembuatan Biodiesel. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Wilhelm Riemenschneider and Hermann M. Bolt. 2005. "Ester Organic" Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCHWi