

Abu Ilalang Sebagai Katalis Basa untuk Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan metode BeRA (*Biodiesel Electrocatalytic Reactor*)

Aditya S.A. Wicaksana, Ratih Lestari, Nur Inayatullah, Yustika, Rudy S. Putra*

Prodi Kimia dan *New and Renewable Research Group*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang km 14. Yogyakarta 55584, Indonesia

*Penulis korespondensi: rudy.syahputra@uii.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v5.n3.16073>

Abstrak: Pada penelitian ini pengabuan ilalang dilakukan pada suhu 900°C selama 8 jam dan digunakan sebagai katalis basa pada pembuatan biodiesel yang dilakukan dengan proses elektrokatalitik menggunakan elektrode grafit dengan tegangan DC 18,2 V. Proses elektrokatalitik campuran minyak jelantah, metanol dan katalis abu ilalang (2, 3 dan 5% berat katalis terhadap minyak) berlangsung pada suhu kamar dengan rasio molar minyak terhadap metanol sebesar 1:6 selama 60 menit dengan perbandingan volume pelarut THF terhadap metanol sebesar 1:1. Karakterisasi abu ilalang dilakukan dengan menggunakan XRF dan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan mineral alkalis tertinggi terdapat pada abu akar ilalang (Ca 3,99%) yang menghasilkan 55,65% rendemen biodiesel dengan tingkat efisiensi produksi 41,01% pada aplikasi 5% katalis dengan minyak kedelai sebagai bahan baku produksi. Untuk katalis yang sama pada minyak jelantah dihasilkan 44,47% rendemen biodiesel dengan tingkat efisiensi produksi 41,79%. Selain itu efisiensi produksi biodiesel dengan proses elektrokatalitik menggunakan katalis akar abu ilalang adalah lima kali lebih besar dibandingkan proses tanpa katalis. Melalui penggunaan abu ilalang sebagai katalis untuk produksi biodiesel dari minyak jelantah diharapkan dapat mengurangi penyebab kebakaran lahan oleh tanaman ilalang sehingga meningkatkan kesuburan lahan pertanian dan mengurangi kuantitas limbah minyak jelantah yang dapat mencemari lingkungan serta tersedianya bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan.

Kata kunci: abu ilalang, biodiesel, elektrolisis, minyak jelantah

Abstract: In this study, the cogon grass were ashed at 900°C for 8 hours and then using as base catalyst on the production of biodiesel. The synthesis of biodiesel was carried out by using electrocatalytic process with graphite electrode in constant voltage of 18,2 V. Used cooking oil, methanol and grass ash (2, 3 and 5 wt.% of catalyst to oil) as catalyst was mixed in electrocatalytic process at room temperature in the molar ratio of methanol to oil in 1: 6 and THF was added in the volume ratio to methanol in 1:1 for 60 minutes process. The grass ash was characterized by X-ray fluorescence (XRF) and Fourier-transform infrared (FTIR). The results showed that the highest alkaline mineral content in 5% catalyst was found in root part of weed ash as Ca (3.99%) and yielding of 55.65% of biodiesel by 41.01% production efficiency with soybean oil as feed-stock. By the similar catalyst, the biodiesel yield was 44.47% with production efficiency 41.79% when using used cooking oil as a feed-stock. By using of grass ash as catalysts for the production of biodiesel from used cooking oil, it was expected to reduce land fire, increases the fertility of agricultural land and reduce the pollution of used cooking oil which was converted into renewable energy.

Keywords: biodiesel, electrolysis, used cooking oil, weed ash

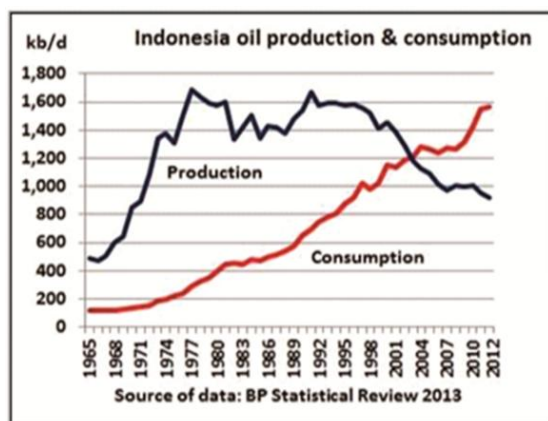
PENDAHULUAN

Dewasa ini ketergantungan manusia terhadap minyak bumi sebagai sumber energi fosil tak terbarukan (*unrenewable resources*) semakin hari semakin meningkat bahkan hampir menjadikan minyak bumi sebagai kebutuhan primer. Diperkirakan beberapa tahun kedepan cadangan minyak bumi akan habis sehingga diperlukan bahan bakar alternatif yang bersifat dapat diperbarui (*renewable resources*) sebagai substitusi minyak bumi ini. Laju konsumsi minyak bumi sebagai sumber energi utama dewasa ini semakin meningkat dibandingkan dengan sumber energi lain, sehingga memicu krisis bahan bakar minyak yang ditandai

dengan terus meningkatnya harga minyak mentah dunia. Indonesia pada masa dekade lalu sebagai negara produsen minyak bumi, kini telah beralih sebagai negara pengimpor minyak bumi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dengan jumlah cukup besar, terutama bahan bakar transportasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini tentu akan memicu untuk diadakannya energi terbarukan sebagai pengganti minyak bumi. Salah satu alternatif bahan pengganti minyak bumi adalah biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan yang dapat diperoleh dari minyak nabati, lemak binatang atau minyak bekas melalui

esterifikasi dengan alkohol. Bahan baku minyak nabati yang melimpah di negara kita adalah minyak jelantah karena konsumsi rutin masyarakat Indonesia terhadap minyak goreng kelapa sawit. Hampir semua jenis masakan di negara kita ini memerlukan minyak goreng dalam proses pembuatannya sehingga kebutuhan akan minyak goreng akan terus meningkat setiap tahun. Pada tahun 2014 lalu, konsumsi minyak goreng di Indonesia berada pada angka 8,8 juta ton dan pada tahun 2015 diperkirakan melebihi 10 juta ton (IOPRI 2008).



Gambar 1. Laju impor minyak bumi di Indonesia (British Petroleum, 2013)

Selain permasalahan energi yang menimpa Indonesia, terdapat permasalahan lain yaitu maraknya kebakaran hutan dan menurunnya tingkat kesuburan tanah di wilayah Indonesia. Salah satu pemicu utama, dari permasalahan tersebut adalah tingginya pertumbuhan ilalang karena iklim Indonesia yang sangat cocok untuk tanaman ilalang. Terdapat 64,5 juta hektar padang rumput yang sebagian besar merupakan ilalang (*Imperata cylindrica*) (Suryatna & McIntosh 1980). Rumput Ilalang mengandung unsur kimiawi, diantaranya abu 5,42%, silika 3,67%, lignin 21,42%, pentosan 28,58%, dan selulosa 48,12% (Anonim 1984). Konversi biomasa limbah dari tandan sawit, pelepah pisang, dan tempurung kelapa menjadi abu telah lama digunakan sebagai katalis basa heterogen pada produksi biodiesel (Imaduddin dkk. 2008; Mohadi dkk. 2013). Kandungan abu ilalang sebesar 5,42% memiliki potensi untuk digunakan sebagai katalis basa heterogen pada produksi biodiesel dari minyak jelantah.

Metode pembuatan biodiesel pada umumnya melalui proses transesterifikasi minyak nabati menggunakan katalis basa atau katalis asam homogen seperti NaOH, KOH dan H_2SO_4 (Guan & Kusakabe 2009). Proses ini berjalan cepat dan efisien pada suhu yang relatif rendah, namun kurang efisien karena setelah proses selesai harus memisahkan antara biodiesel dan katalis yang digunakan. Guan & Kusabe (2009) telah melaporkan proses pembuatan

biodiesel yang lebih sederhana tanpa bantuan katalis dan dalam suhu kamar dengan proses metanolisis menggunakan metode elektrokatalitik. Keuntungan proses ini dapat dilakukan untuk bahan baku dengan kandungan air > 2% dan asam lemak bebas tinggi seperti minyak jelantah dengan hasil konversi tinggi (> 97%).

Pada penelitian ini abu ilalang digunakan sebagai katalis basa heterogen untuk memproduksi biodiesel dari minyak jelantah dengan menggunakan metode BeRA (*Biodiesel Electrolytic Reactor*). Diharapkan dengan pemanfaatan ilalang dalam produksi biodiesel mampu mengurangi penyebab kebakaran lahan, sehingga meningkatkan kesuburan lahan pertanian dan mengurangi kuantitas limbah minyak jelantah yang dapat mencemari lingkungan serta tersedianya bahan bakar terbarukan.

BAHAN DAN METODE

Alat

Peralatan yang digunakan yaitu gelas beaker 50 mL dan 100 mL, pipet ukur 10 mL, sumber tegangan DC, oven, tungku pembakar, elektroda karbon, corong pisah 250 mL dan pengaduk magnet.

Bahan

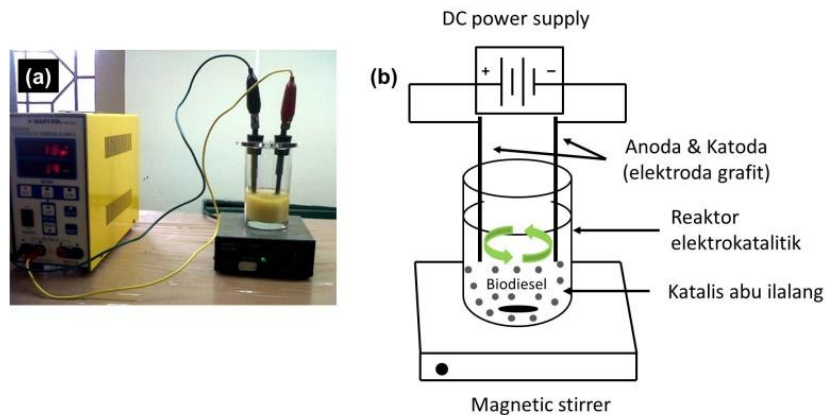
Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini berstandar pro-analitik (p.a) dari Merck, Germany kecuali yang disebutkan berbeda yaitu metanol, tetra hidro furan (THF), natrium sulfat anhidrat, minyak jelantah, minyak kedelai, aquades, dan ilalang.

Pembuatan Katalis Abu Ilalang

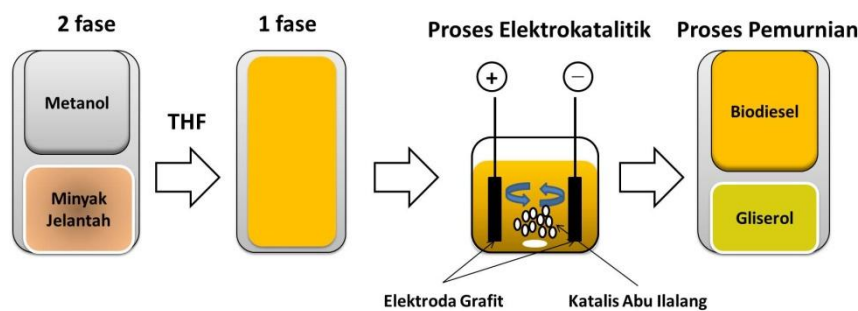
Tahapan pembuatan katalis abu ilalang yaitu dengan cara pertama mengeringkan ilalang pada suhu kamar, kemudian diabukan dalam tungku pembakar pada suhu 900°C selama 8 jam. Setelah itu abu yang diperoleh, dianalisis menggunakan FT-IR dan XRF. Prosedur pembuatan katalis abu ilalang disesuaikan dengan tahapan pembuatan katalis dari abu sabut kelapa dan abu tandan sawit (Husin dkk. 2006).

Produksi Biodiesel Menggunakan Katalis Abu Ilalang Dengan Proses Elektrokatalitik

Proses produksi biodiesel dengan metode elektrokatalitik dilakukan sesuai dengan petunjuk yang termuat dalam laporan penelitian Guan & Kusakabe (2009). Gambar 2 menunjukkan rancangan reaktor yang digunakan pada proses elektrokatalitik. Pada penelitian ini dilakukan variasi berat katalis, jenis katalis dan jenis minyak. Sel elektrokatalitik diisi dengan 60 mL campuran reaksi dari metanol, minyak, THF, dan katalis abu ilalang dengan komposisi campuran yaitu perbandingan minyak dengan metanol sebesar 1:6 molar, sedangkan perbandingan volume THF dengan metanol sebesar 1:1. Pencampuran metanol dengan minyak akan terbentuk dua lapisan karena memiliki fasa yang berbeda sehingga untuk mengoptimalkan reaksi antar muka maka ditambahkan THF. Proses elektrokatalitik dilakukan pada suhu kamar dengan



Gambar 2. Rancangan reaktor produksi biodiesel. (a) Rangkaian alat dan (b) komponen penyusun alat



Gambar 3. Tahapan produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan proses elektrokatalitik menggunakan katalis abu ilalang



Gambar 4. Perbedaan warna katalis abu ilalang (akar, daun, batang) setelah proses pengabuan

tegangan konstan sebesar 18,2 V selama 60 menit. Hasil dari proses elektrokatalitik berupa campuran dua lapisan dengan lapisan atas adalah biodiesel dan lapisan bawah yaitu gliserol. Gambar 3. menunjukkan tahapan produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan metode BeRA. Analisis biodiesel dilakukan dengan menggunakan kromatografi gas-spektroskopi massa (KG-SM) untuk mengetahui persen kemurnian biodiesel yang dihasilkan. Faktor konversi biodiesel dari minyak kedelai dan minyak jelantah ditentukan dengan persamaan (1) dan persen efisiensi biodiesel yang diperoleh ditentukan dengan persamaan (2).

$$\% \text{Randemen} = \frac{\text{berat biodiesel (g)}}{\text{berat minyak(g)}} \times 100\% \quad \dots (1)$$

$$\% \text{Efisiensi} = \frac{\text{berat biodisel (g)}}{\text{berat minyak(g)}} \times \text{kemurnian biodisel (\%)} \quad \dots (2)$$

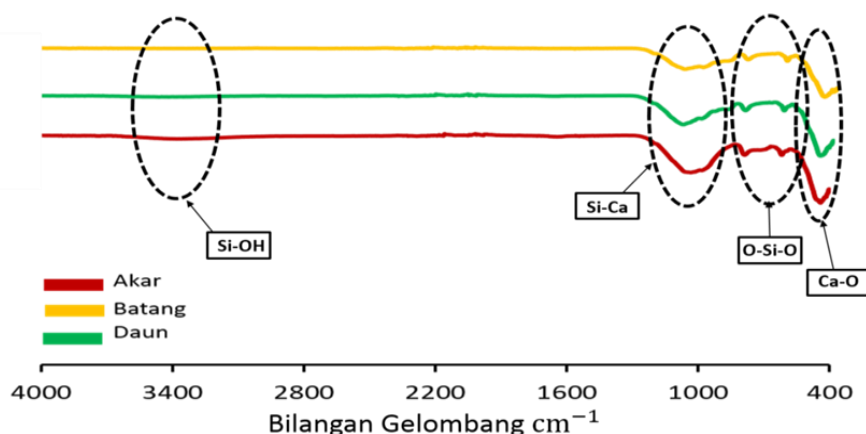
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Warna dari Katalis Abu Ilalang

Perbandingan fisik dari katalis abu ilalang ditunjukkan pada Gambar 4. Warna katalis dari akar abu ilalang lebih gelap dibandingkan dengan daun maupun batang. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan mineral yang dimiliki oleh akar lebih besar dibandingkan dengan batang dan daun ilalang.

Karakterisasi Abu Ilalang dengan FT-IR

Karakterisasi menggunakan FT-IR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada abu ilalang. Gambar 5 menunjukkan spektra FTIR katalis abu ilalang jenis akar, batang dan daun.



Gambar 5. Hasil spektra FT-IR abu Ilalang

Tabel 1. Analisis kandungan mineral abu ilalang menggunakan XRF

Jenis Katalis	Unsur	% Kandungan
Akar	Ca	3,99± 0,36
	Fe	0,74± 0,03
Batang	Ca	2,04± 0,21
	Fe	0,99± 0,04
Daun	Ca	0,01± 0,001
	Fe	0,63± 0,030

Serapan pada bilangan gelombang 3340–3381 cm^{-1} menunjukkan tumpang tindih serapan dua gugus Si-OH dan gugus OH. Kemudian pita serapan pada 1100–1200 cm^{-1} merupakan serapan dari gugus Si-Ca. Selanjutnya serapan pada panjang gelombang 600–700 cm^{-1} menunjukkan gugus O-Si-O. Pada bilangan gelombang 450 cm^{-1} menunjukkan gugus Ca-O (Mansha dkk. 2011).

Karakterisasi Abu Ilalang dengan XRF

Hasil karakterisasi kandungan mineral abu ilalang dengan XRF ditunjukkan pada Tabel 1. Logam mineral yang terkandung pada akar, batang dan daun katalis abu ilalang adalah sama, yaitu Ca dan Fe. Kandungan mineral tertinggi terdapat pada abu akar ilalang Ca 3,99% dan Fe 0,74%.

Karakterisasi Minyak dan Sintesis Biodiesel

Pada penelitian ini digunakan 2 jenis sampel minyak yaitu minyak jelantah dan minyak kedelai. Minyak kedelai digunakan untuk optimasi proses sintesis biodiesel sebelum menggunakan minyak jelantah sebagai bahan baku. Minyak kedelai digunakan sebagai bahan baku konversi biodiesel karena minyak kedelai memiliki berat molekul yang stabil yaitu 874 gr/mol (Ionescu 2005). Selain itu minyak kedelai memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi, yaitu 11% palmitat, 4% stearat, 23% oleat, 53% linoleat dan 8% linolenat

yang menyebabkan konversi biodiesel dari minyak kedelai dengan hasil tinggi (Kayser dkk. 2014). Tabel 2 menunjukkan karakteristik minyak jelantah dan minyak kedelai yang digunakan dalam penelitian.

Bilangan asam dan asam lemak bebas minyak jelantah lebih tinggi dibandingkan dengan minyak kedelai. Kandungan asam lemak bebas juga berpengaruh pada nilai indeks bias. Semakin tinggi kandungan asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak maka akan semakin rendah nilai indeks bias yang diperoleh. Selain itu, berat jenis minyak kedelai lebih rendah dibandingkan minyak jelantah karena kadar air pada minyak kedelai lebih rendah dibandingkan dengan minyak jelantah. Kandungan air yang tinggi dalam minyak jelantah menyebabkan hasil biodiesel yang diperoleh akan lebih rendah sehingga persen (%) rendemen biodiesel yang diperoleh cenderung rendah.

Pengaruh Berat Katalis pada Konversi Biodiesel dari Minyak Kedelai

Pengaruh berat katalis akar abu ilalang terhadap konversi biodiesel dari minyak kedelai ditunjukkan pada Tabel 3.

Sintesis biodiesel dengan menggunakan 2% berat katalis menghasilkan persen (%) efisiensi biodiesel sebesar 2,79% dengan persen (%) hasil konversi biodiesel sebesar 27,22%. Sedangkan dengan berat katalis 3% diperoleh persen (%) efisiensi biodiesel

Tabel 2. Kualitas minyak jelantah dan minyak kedelai

Jenis Minyak	Parameter Kualitas				
	Bilangan asam	Asam lemak bebas (%)	Indeks bias	Massa jenis (g/mL)	Kadar air (%)
Jelantah	2,20	1,41	1,465	0,953	0,834
Kedelai	0,14	0,26	1,469	0,920	0,217

Tabel 3. Hasil biodiesel dari minyak kedelai dengan katalis abu ilalang

Berat katalis (%)	Rendemen (%)	Massa biodiesel murni (g)	Efisiensi (%)
2	27,22	0,698	2,79
3	41,88	6,223	24,89
5	55,65	10,253	41,01

Tabel 4. Hasil biodiesel dari minyak jelantah dengan jeniskatalis abu ilalang

Jenis katalis	Berat katalis (%)	Rendemen (%)	Massa biodiesel murni (g)	Efisiensi (%)
Tanpa katalis	NA	8,47	2,025	8,09
Akar	5	44,47	10,449	41,79
Daun	5	36,95	8,579	34,31
Batang	5	37,48	7,341	29,36

sebesar 24,89% dengan hasil konversi biodiesel sebesar 41,88%. Pada produksi biodiesel dengan berat katalis 5% dihasilkan konversi biodiesel terbesar yaitu 55,65% dengan persen (%) efisiensi sebesar 41,01%. Hasil analisis KG-SM menunjukkan jenis metil ester yang terbentuk pada produk biodiesel adalah: metil palmitat, metil linoleat, metil oktadek-9-enoat, metil cis-9-oktadekanoat, metil oleat, dan metil cis-8-oktadekanoat. Minyak jelantah memiliki karakteristik asam lemak utama penyusunnya yang terdiri atas 35-40% asam palmitat, 38,40% asam oleat dan 6-10% asam linoleat. Kandungan tersebut memiliki kesamaan dengan kandungan asam lemak pada minyak kedelai, sehingga dapat diasumsikan bahwa minyak jelantah dapat digunakan juga sebagai bahan baku produksi biodiesel dengan proses elektrokatalitik.

Pengaruh Berat dan Jenis Katalis pada Biodiesel dari Minyak Jelantah

Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan menggunakan berbagai jenis katalis basa abu ilalang ditunjukkan pada Tabel 4. Konversi biodiesel dari minyak jelantah dengan 5% katalis basa akar abu ilalang menghasilkan persen rendemen sebesar

44,47% dan persen efisiensi sebesar 41,79%. Biodiesel yang diperoleh dengan menggunakan katalis akar abu ilalang adalah biodiesel terbaik dibandingkan dengan menggunakan katalis daun dan batang abu ilalang. Konversi biodiesel dengan katalis daun dan batang abu ilalang diperoleh berturut-turut persen rendemen dan persen efisiensi biodiesel adalah sebesar 36,95% dan 34,31%; 37,48% dan 29,36%. Hasil perbandingan konversi biodiesel menggunakan katalis abu ilalang dengan biodiesel tanpa menggunakan katalis memberikan efisiensi hasil biodiesel lima kali lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa katalis abu ilalang berperan besar dalam meningkatkan konversi biodiesel dari minyak jelantah.

KESIMPULAN

Akar abu ilalang memiliki kandungan mineral tertinggi (Ca 3,99% dan Fe0,73%) sehingga dapat digunakan sebagai katalis pada sintesis biodiesel menggunakan proses elektrokatalitik.

Hasil sintesis biodiesel tertinggi dari minyak kedelai dengan 5% katalis akar abu ilalang adalah sebesar 41,01% (rendemen 55,65%), sedangkan untuk minyak jelantah konsentrasi katalis yang sama adalah sebesar 41,79% (rendemen 44,47%).

Efisiensi sintesis biodiesel dengan proses elektrokatalitik menggunakan katalis akar abu ilalang adalah lima kali lebih besar dibandingkan proses tanpa katalis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian Eksakta (PKM-PE) tahun 2017 dan Penelitian Produk Terapan tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1984). *Unsur Kimiawi Rumput Ilalang*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa. Bandung.
- British Petroleum (2013). BP Statistical Review 2013. Retrieved from https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf.
- Guan, G. & Kusakabe, K. (2009). Synthesis of biodiesel fuel using an electrolysis method. *Chemical Engineering Journal*. 153(1-3): 159-163.
- Husin, H., Syamsuddin, Y. & Mahidin. (2006). Minyak Jarak Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Abu Tandan Sawit Kosong. Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian. Universitas Syiah Kuala.
- Imaduddin, M., Yoeswono, Y. & Tahir, I. (2008). Ekstraksi Kalium dari Abu Tandan Kosong Sawit Sebagai Katalis pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*. 3(1-3): 14-20.
- Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI). 2008. Industri Minyak Kelapa Sawit. Medan.
- Ionescu, M. (2005). *Chemistry and Technology of Polyols for Polyurethanes*. Rapra Technology. Shawbury.
- Kayser, H., Pienkoß, F. & de María, P.D. (2014). Chitosan-Catalyzed Biodiesel Synthesis: Proof-of-Concept and Limitations. *Fuel*. 116: 267-272.
- Mansha, M., Javed, S.H., Kazmi, M. & Feroze, N. (2011). Study of Rice Husk Ash as Potential Source of Acid Resistance Calcium Silicate. *Advances in Chemical Engineering and Science*. 1(3): 147-153.
- Mohadi, R., Lesbani, A. & Susie, Y. (2013). Preparasi dan Karakterisasi Kalsium Oksida (CaO) dari Tulang Ayam. *Chemistry Progress*. 6(2): 76-80.
- Suryatna, E.S. & McIntosh, J.L. (1980). Food Crops Production and Control of *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. on Small Farms. In Proceedings of BIOTROP Workshop on Alang-Alang, Bogor, 27-29 July 1976. pp. 135-147.