

Proses Produksi Biodiesel Berbasis Biji Karet

Soemargono*, Edy Mulyadi
Teknik Kimia UPN Veteran Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya-Gunung Anyar-Surabaya.

Abstract

Biodiesel consists of various fatty acid esters which come from vegetable oil. More than 30 types of plants in Indonesia are potential to produce vegetable oils. One of the vegetable oils came from rubber seed. Therefore, utilization of rubber seed (*Hevea Brasiliensis*), as raw material for biodiesel was the precise breakthrough to add value to rubber plantation. This research aimed to determine the pattern of collection of oil of rubber seed maximally and to obtain the condition of production process of biodiesel fulfilling standard of SNI and ASTM.

Biodiesel production was done in the prototype with a capacity of 20 liter/hour. The esterification process was conducted at 105°C using 10% methanol and acid catalyst for 90 minutes. Trans-esterification process was performed in an oscillating flow reactor with a catalyst dose of 1% oil weight and methanol as much as 15% oil weight. The effect of temperature and reaction time on product yield and quality were investigated. Purification of biodiesel was done in a vacuum system.

Results from the present study showed that the yield of kernel through the process was up to 53% of the rubber seed weight. Meanwhile, the amount of oil could be extracted from the kernel was up to 56% of the kernel weight. The characteristic of biodiesel resulted from the process was in accord with that of the standard oil; density of 0.8565 g/ml, acid value 0.49, iodine value 62.88, ester fraction 97.2%, flash point 178°C, heat of combustion 16,183 J/g.

Keywords: Biodiesel, rubber seed oil, oscillating reactor, transesterification

Abstrak

Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang berasal dari minyak nabati. Lebih dari 30 macam tumbuhan Indonesia potensial menghasilkan minyak nabati. Salah satu minyak nabati diperoleh dari biji karet. Karenanya, pemanfaatan biji karet (*Hevea Brasiliensis*), sebagai sumber bahan baku biodiesel merupakan terobosan yang tepat untuk meningkatkan nilai tambah perkebunan karet. Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan pola pemungutan minyak biji karet secara maksimal dan mendapatkan kondisi proses produksi biodiesel yang memenuhi standar SNI dan ASTM.

Proses produksi biodiesel dilakukan menggunakan prototip alat berkapasitas 20 liter/jam. Proses esterifikasi dijalankan pada suhu 105°C, penambahan methanol 10% dan katalis asam, waktu 90 menit. Proses transesterifikasi dijalankan dalam reaktor alir osilasi dengan dosis katalis 1% berat minyak dan methanol sebanyak 15% berat minyak. Variabel yang dipelajari adalah suhu dan waktu proses. Produk biodiesel dimurnikan dengan sistem vakum.

Dari hasil penelitian ini diperoleh rendemen kernel sebanyak 53% dari berat biji karet. Sedangkan minyak dalam kernel yang dapat dipungut maksimum 56% dari berat kernel. Karakteristik biodiesel sesuai dengan yang distandarisasikan, yaitu densitas 0,8565 g/ml, angka asam 0,49, angka iod 62,88, kadar ester 97,2%, *flash point* 178°C dan panas pembakaran 16183 J/g.

Kata Kunci: Biodiesel, minyak biji karet, reaktor osilasi, transesterifikasi.

Pendahuluan

Indonesia memiliki perkebunan karet terbesar di dunia (lebih dari 3 juta ha). Selain menghasilkan karet sebagai produk utama, perkebunan karet juga berpotensi menghasilkan produk tambahan berupa biji karet yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber minyak biji karet. Tingginya potensi biji karet sebagai sumber minyak nabati ditunjukkan dengan data bahwa satu hektar tanaman karet (populasi sekitar 500

pohon), umur lebih dari 10 tahun, dapat menghasilkan lebih dari 5 ton biji. Jika kadar lemak biji karet sebesar 32%, maka dapat dihasilkan sekitar 1,5 ton minyak per hektar. Jika biji karet dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku biodiesel, maka lebih dari 4,5 juta liter per tahun biodiesel dapat diproduksi. Sampai saat ini, pengelolaan biji karet belum tertata dengan baik termasuk pengelolaan pasca panennya. Kerusakan biji yang terkait dengan penurunan kadar minyak akibat pengelolaan pasca panen yang kurang tepat dapat berakibat pada rendemen minyak yang rendah. Untuk itu, perlu

* Alamat korespondensi: email : henny_gon@yahoo.com

dikembangkan cara pengolahan yang mampu menghasilkan rendemen tinggi, yaitu dengan mengupas kulit biji sehingga diperoleh kernel lalu diekspeler untuk mendapatkan minyak mentah (Hidayat dkk., 2009).

Minyak biji karet yang dihasilkan kemudian diproses menjadi biodiesel. Untuk memperoleh efisiensi proses produksi biodiesel, selain diperlukan ketepatan kondisi operasi, juga teknologi yang hemat energi. Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan dengan penggunaan reaktor alir tangki berpengaduk (Mulyadi dan Wahyudi, 2006), diperoleh konversi metil ester relatif rendah, yaitu 87%. Dalam rangka memperoleh konversi yang lebih tinggi, berbagai upaya perbaikan proses terus dilakukan, diantaranya dengan menggunakan reaktor *sliding* sistem sirkulasi. Reaktor ini mampu menghasilkan konversi yang cukup tinggi yaitu 92% (Mulyadi dkk., 2009). Teknologi ini telah diterapkan oleh PT. REAM dalam skala industri dengan kapasitas 2 sampai 60 ton (Mulyadi dan Heru, 2007). Akan tetapi, dalam skala industri ini ternyata masih menghadapi beberapa kendala, yaitu kemurnian hasil masih relatif rendah dan reaktor kurang adaptif terhadap jenis bahan baku yang memiliki keragaman *free fatty acid* (FFA).

Berpijak pada kenyataan bahwa dalam skala industri masih terdapat beberapa kelemahan, maka perlu diadakan penyempurnaan terhadap teknologi proses produksi biodiesel. Penyempurnaan itu berpedoman pada aspek-aspek: perancangan yang tetap kompak, hemat energi, adaptif terhadap berbagai jenis bahan baku, mudah dioperasikan dan hasil yang memiliki *yield* dan kemurnian yang tinggi. Salah satu kemungkinan perbaikan yang bisa diterapkan adalah penggunaan reaktor osilasi bersekat yang dilengkapi alat pemurnian vakum. Cara ini dipilih karena tidak memerlukan energi yang tinggi dan sederhana dalam pengoperasiannya.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola pemungutan minyak biji karet secara maksimal dan mendapatkan kondisi proses produksi biodiesel yang memenuhi standar SNI dan ASTM. Disamping itu, diharapkan diperoleh data rancang bangun proses produksi bio-diesel dari minyak biji karet dengan reaktor *moveable* dan hemat energi. Perbaikan proses produksi biodiesel dilakukan dengan menggunakan prototipe alat berkapasitas 20 L/menit.

Metode Penelitian

Bahan

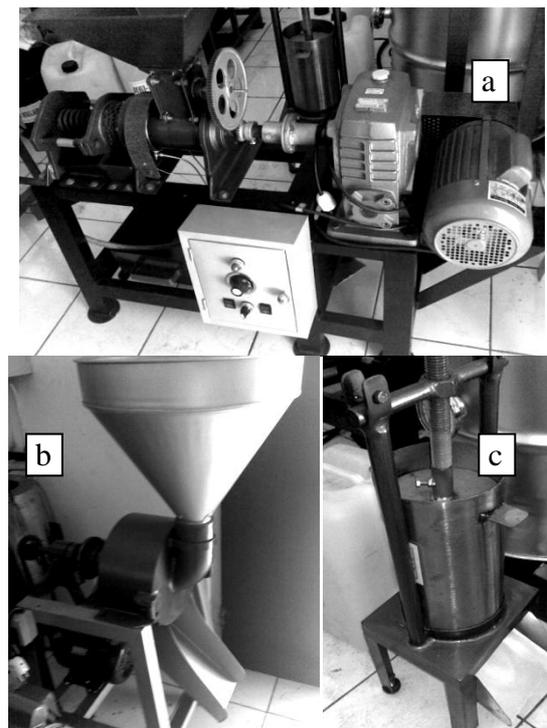
Biji karet diperoleh dari perkebunan di daerah Jember. Biji karet yang telah masak dan jatuh dari pohon dipungut dan dipilah dari pengotor.

Alat

Rangkaian alat penelitian proses produksi biodiesel ditunjukkan pada Gambar 1 sampai 3.

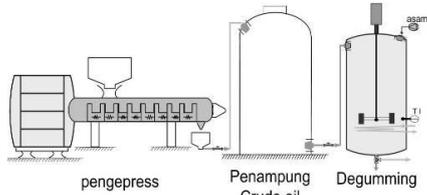
Cara Penelitian

Pengambilan kernel (biji karet) dari buah karet dilakukan dengan mesin pengupas kulit berkapasitas 30 kg/jam. Biji hasil pengupasan lalu dimasukkan ke mesin penghancur yang berkapasitas 20 kg/jam. Sebelum dipastakan, biji karet kernel terlebih dahulu dikenai penanganan awal yang berbeda-beda, yaitu diperas, disangrai atau dikukus. Selanjutnya pasta biji karet dimasukkan ke mesin pengepres berkapasitas 30 kg/jam untuk mengeluarkan minyak biji karet yang disebut minyak kasar (*crude oil*). Minyak kasar selanjutnya dimasukkan ke dalam *centrifuge* untuk dipisahkan dari kotorannya kemudian dianalisis kandungan FFA-nya. Skema alat pemungut minyak biji karet (ekspeler) disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Pengolah Biji Karet Menjadi Minyak:
 (a) Penghancur kontinyu/ekspeler;
 (b) Pemecah Kulit;
 (c) Pemas manual/batch

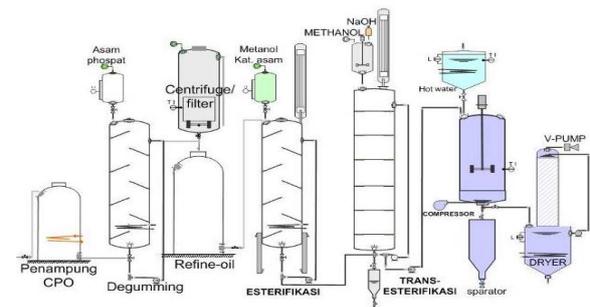
Sebelum memasuki proses produksi biodiesel, minyak kasar dimurnikan terlebih dahulu. Pemurnian *crude oil* dilakukan dengan proses *degumming* pada suhu 90°C menggunakan asam fosfat selama 30 menit. Skema alat *degumming* disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Alat pemurni *crude oil*.

Proses produksi biodiesel dari minyak biji karet yang telah dimurnikan dijalankan seperti pada Gambar 3. Proses utama pembentukan biodiesel dijalankan dalam reaktor esterifikasi dan transesterifikasi dengan penambahan methanol dan katalis dengan perbandingan tertentu. Proses esterifikasi yang akan dijalankan didasarkan pada kondisi optimum penelitian sebelumnya, yaitu pada suhu 105°C , waktu 30 menit, dengan menggunakan katalis asam sulfat pekat dengan dosis katalis 1% berat minyak (Wahyudi dan Mulyadi, 2007). Proses transesterifikasi dilaksanakan dengan variasi waktu 1 sampai 3 jam dan suhu 40° sampai 70°C dengan dosis katalis 1% berat minyak dan

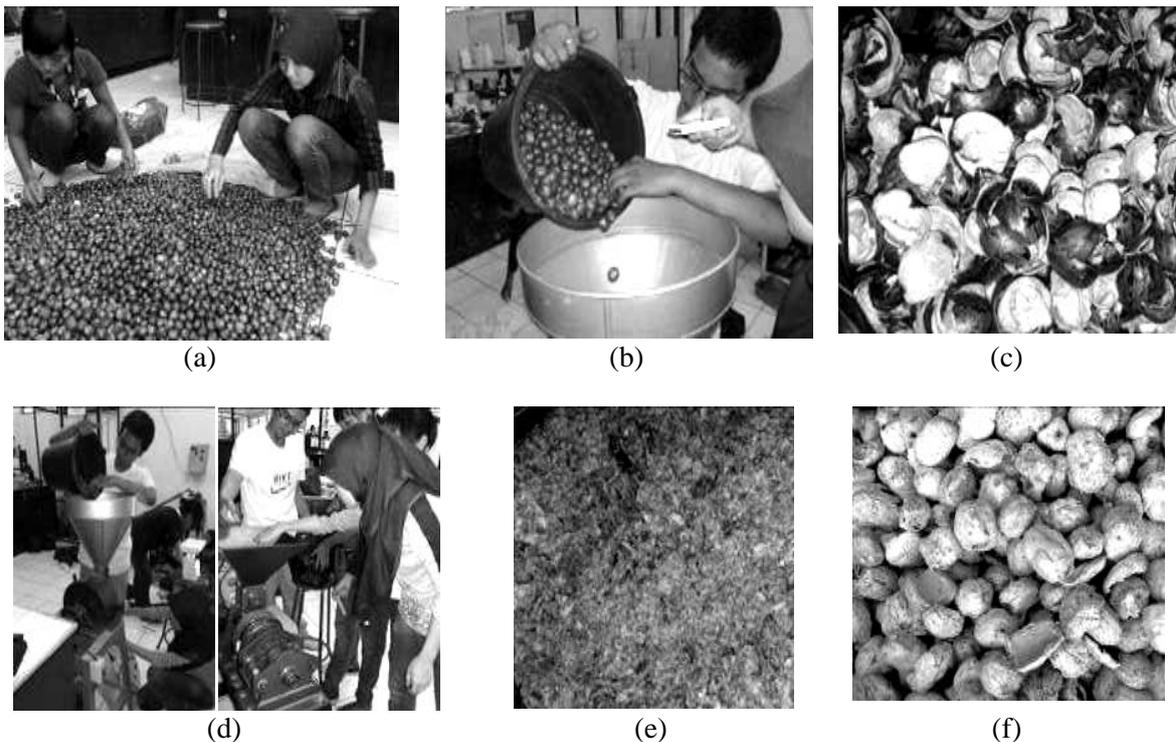
methanol sebanyak 15% berat minyak. Karakteristik biodiesel dianalisis dan dibandingkan dengan syarat-syarat biodiesel yang baik sesuai standar SNI 04-7182-2006.



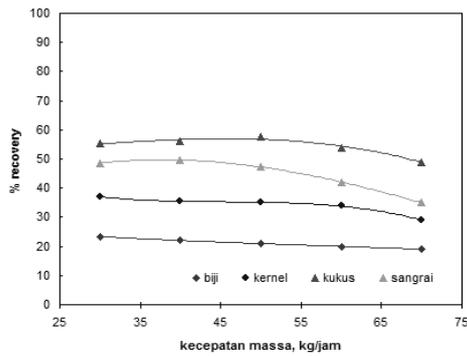
Gambar 3. Rangkaian alat produksi biodiesel dari biji karet.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian optimasi proses pemungutan minyak biji karet dilakukan dengan 4 cara pengolahan yaitu biji karet disangrai lalu diperas dengan ekspeler (Gambar 4a), biji karet langsung dikukus (Gambar 4c), biji karet dihancurkan, dipilah kulit dan kernelnya lalu disangrai dan diperas dengan ekspeler (Gambar 4b sampai 4c) serta biji karet dihancurkan dipilah, dikukus kernelnya dan diekspeler (Gambar 4d dan 4e).



Gambar 4. (a);(b);(c);(d);(e);(f) Pengambilan minyak biji karet.



Gambar 5. Hubungan % recovery minyak kernel dengan kecepatan umpan.

Hasil yang diperoleh dari keempat perlakuan itu ditunjukkan dalam Gambar 5. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa minyak maksimum diperoleh dengan cara perlakuan pemecahan biji untuk diambil kernel, dilakukan pengkukusan lalu pengambilan minyak dengan ekspeler. Jumlah kernel yang peroleh 53% berat biji karet. Kadar minyak dalam kernel 38%. Recovery minyak maksimum 56% diperoleh dengan proses kukus. Hasil analisis minyak biji karet menunjukkan karakteristik sebagai berikut: kandungan FFA rerata 7,4, densitas 0,902 g/cm³, angka Iod 13, angka penyabunan 198 $\frac{mgek KOH}{g minyak}$ dan nilai panas 9.362 J/g yang secara lengkap disajikan dalam Tabel 1.

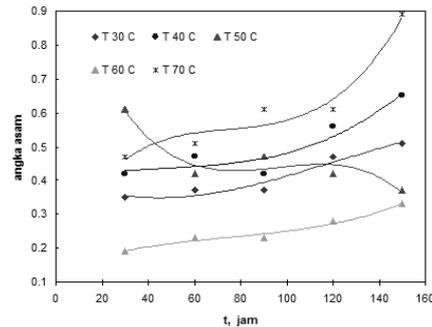
Tabel 1. Analisa bahan baku minyak biji karet.

Parameter	Nilai
Densitas (g/cm ³)	0,902
Titik nyala (°C)	324
Titik didih (°C)	213
Titik beku (°C)	-5
Viskositas kinematik (10 ⁻⁶ m ² /s)	76
Angka Iod $\frac{mgek KOH}{g minyak}$	13
Angka penyabunan	198
Nilai panas (J/g)	9362

Minyak mentah (*crude oil*) selanjutnya dikenai proses *degumming* dengan kondisi proses mengacu pada percobaan Mulyadi dan Heru (2007) yaitu suhu 90°C, waktu 30 menit dengan menggunakan asam pospat pekat 0,1% berat minyak. Analisis minyak biji karet setelah proses *degumming* diperoleh nilai angka Iod 7, titik nyala 340°C, titik didih 198°C, titik beku -1°C, angka penyabunan 128 $\frac{mgek KOH}{g minyak}$, dan *heating value* 10.620 J/g.

Minyak yang telah mengalami proses *degumming*, selanjutnya masuk dalam reaktor yang secara berturut-turut dilakukan proses esterifikasi dan transesterifikasi. Proses

esterifikasi dijalankan dalam reaktor alir bersekat miring. Diharapkan reaktor ini memberikan pencampuran yang sempurna antara katalis dan reaktan, tetapi mempunyai turbulensi rendah. Hal ini dimaksudkan agar air yang terbentuk dalam proses esterifikasi tidak tersuspensi sehingga memudahkan dalam pemisahannya.

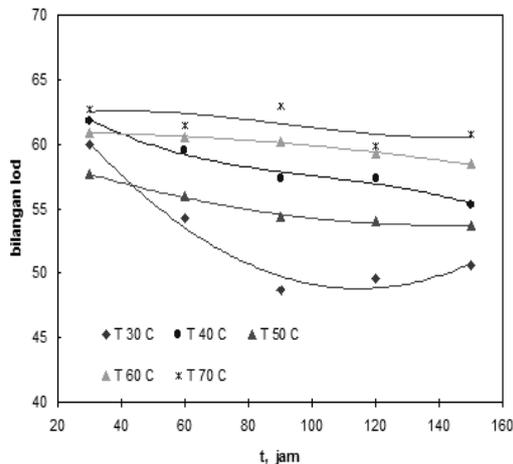


Gambar 6. Pengaruh suhu dan waktu transesterifikasi terhadap angka asam.

Untuk proses transesterifikasi diperlukan turbulensi tinggi, maka pada penelitian ini digunakan rancangan reaktor osilasi yang ber-*baffle* dilengkapi dengan *cap* (Mulyadi dkk., 2009). Proses esterifikasi dijalankan dengan kondisi yang telah ditetapkan (suhu 105°C, waktu 30 menit, katalis asam sulfat pekat 1% berat minyak) dapat menurunkan FFA minyak biji karet menjadi 0,49%. Hal itu jauh dibawah syarat FFA maksimum, yaitu 1%. Hasil proses transesterifikasi berupa metil ester (biodiesel) diharapkan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat nilai angka asam dan bilangan iod (Gambar 6 dan 7) memenuhi kriteria biodiesel (menurut SNI, ASTM, dan biodiesel.org) yang terangkum dalam Tabel 2. Kendatipun perolehan nilai angka asam dalam rentang kisaran yang cukup besar, yaitu 0,18 sampai 0,9 (Gambar 6), tetapi masih dalam kriteria yang memenuhi syarat sebagai biodiesel (maksimum 0,8). Untuk bilangan iod yang diperoleh dari berbagai variasi yang dipelajari baik suhu maupun waktu transesterifikasi terlihat fluktuatif. Namun demikian bilangan iod yang fluktuatif tersebut berkisar antara 47 sampai 63 (Gambar 7) masih dalam kisaran syarat standar biodiesel (SNI maksimum 115). Secara keseluruhan, berdasarkan pada bilangan iod biodiesel yang diperoleh memenuhi kriteria biodiesel menurut SNI. Karakteristik biodiesel terbaik yang dihasilkan, yaitu densitas 0,8565 g/ml, angka asam 0,49 $\frac{mgek KOH}{g minyak}$, angka iod 62,88, dan kadar ester 97,2%, *flash point* 178°C, panas pembakaran 16.183 J/g.

Tabel 2. Perbandingan karakteristik standar biodiesel dengan analisis produk

Karakteristik	ASTM	SNI	biodiesel.org	Hasil
Densitas (kg/m ³)	-	850 – 890	870-890	856.5
Higher Heating value (btu/lb)	-	-	16.928 – 17.996	16183,03
Lower Heating value (btu/lb)	-	-	15.700 – 16.735	
Flash point	130°C min			178°C
Angka asam (mg KOH/g)	0,80 max	Maks 0,8	-	0.49
Angka iod	-	Maks 115	60 – 135	62.880
Angka cetane	47 min	Min 51	46 -70	68.16

**Gambar 7. Pengaruh suhu dan waktu transesterifikasi terhadap bilangan iod**

Dari hasil di atas, maka seluruh data percobaan produk biodiesel telah memenuhi kriteria (Tabel 2), kecuali pada saat kondisi suhu di atas 70°C dengan waktu proses lebih dari 120 menit, karena nilai angka asam di atas 0,8 seperti tertera dalam Gambar 6. Hal ini disebabkan sebagian metoksida lepas dari reaktor, sebab titik didih metanol 68°C. Di samping itu, proses yang dijalankan pada suhu terendah (suhu sekeliling) masih memiliki kriteria standar biodiesel. Hal ini menunjukkan kinerja reaktor sekat miring untuk proses esterifikasi dan reaktor osilasi untuk transesterifikasi sangat tinggi. Mulyadi dkk. (2009) melakukan proses yang sama untuk bahan baku (minyak ikan *off grade*) dengan FFA yang tinggi (rerata 12,7%) dan berhasil diturunkan hingga 0,9541%, sedangkan pada percobaan ini berhasil menurunkan FFA dari 7,4% menjadi 0,49%. Dengan demikian reaktor ini mampu digunakan untuk multi umpan yang memiliki keanekaragaman FFA.

Kesimpulan

1. Kernel yang diperoleh 53% berat biji karet dengan kadar minyak rerata 38% dan terpungut maksimum 56% dengan proses kukus.

2. Proses esterifikasi dapat menurunkan FFA minyak biji karet dari 7,4% menjadi 0,49% yang jauh dibawah syarat FFA maksimum, yaitu 1%.
3. Pada proses transesterifikasi dengan reaktor osilasi, konversi metil ester mencapai lebih dari 97% dan karakteristik biodiesel kesemuanya memenuhi standar SNI maupun ASTM, kecuali kondisi proses di atas 70°C. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan yang distandarisasikan, yaitu densitas 0,8565 g/ml, angka asam 0,49, angka iod 62,88, dan kadar ester 97,2%, *flash point* 178°C, panas pembakaran 16.183 J/g.
4. Proses transesterifikasi produksi biodiesel dengan reaktor osilasi bisa berlangsung pada suhu rendah (30°C) dan waktu yang relatif singkat (30 menit) sehingga merupakan proses produksi yang hemat energi.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas dana yang telah diberikan dalam melaksanakan penelitian sekaligus implementasi dalam skala industri kepada Kementerian Riset dan Teknologi (KEMENRISTEK) dalam program Insentif Peningkatan Kapasitas IPTEK Sistem Produksi tahun 2010.

Daftar Pustaka

- Hidayat, R., Mulyadi, E., dan Soemargono, 2009. Optimasi Pengolahan Pasca Panen Biji Karet Menjadi Minyak Biji Karet, Prosiding Seminar Nasional Revitalisasi Teknologi Berwawasan Lingkungan, LPPM UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya.
- Mulyadi, E., Wahyudi, B., dan Trianna, N. W., 2009. Crude Fish Oils Transesterification in an Oscillatory Reactor, Subardjo Brotohardjono Seminar, Waste Based Energy and Chemicals Proceeding.
- Mulyadi, E. dan Heru, D., 2007. Rancang Bangun Pabrik Bio Fuel Kapasitas 6 ton/hari, Laporan Proyek Rancang Bangun Pabrik Biofuel di Pening-Mojokerto.
- Mulyadi, E. dan Wahyudi, B., 2006. Esterifikasi Pembentukan Biodiesel dari Coconut Fatty Acid Destilate, Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknik, vol. 2, No. 2, hal. 21-29.
- Wahyudi, B. dan Mulyadi, E., 2007. Methanolisis Minyak Jelantah Menjadi Methyl Ester sebagai Biodiesel, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Broto Hardjono.