

REKAYASA SYSTEM TEKNOLOGI SEMI KONTINYU UNTUK PEMBUATAN BIO-DIESEL DARI MINYAK JARAK DAN CPO

HALF-CONTINUOUS ARTIFICIAL TECHNOLOGY SYSTEM IN BIO-DIESEL MAKING FROM OIL AND CRUDE PALM OIL

Oleh:

Hasmawaty. AR¹, Erna Yuliwati¹, Renilaili¹, M. Ali²

¹ Staf Pengajar Teknik Industri Universitas Bina Darma, Palembang

² Staf Pengajar Teknik Mesin Universitas Tridinanti, Palembang
(email: cathie_adam@yahoo.co.id)

ABSTRACT

One of the alternative for fossil replacing is biodiesel which is produced from standard material like palm oil and sawit mentah. From the BPPT experiment, excessive biodiesel has octan number to the piston machine, free sulfur, and produce a minimum smoke. So that, it is necessary to have methode due to a biodiesel product necessary to have methode due to a biodiesel production from CPO and jarak oil, in order to make manufacturing process in an efficient way. It is con an efficient way. It is considered that we hnsidered that we have to design biodiesel manufacturing technology system continuously, which produced biodiesel conversion higher. The experiment uses a standard material from PT PN VII. A standard material that fulfill the SNI. The result of biodiesel redemen comparison analysis, with batch process, and produced 70% in spce, 82% in CPO. The next process from jarak oil produced 89% and 93% from CPO.

Keywords: octan-number, batch-process and countinyu.

PENDAHULUAN

Salah satu alternatif yang sangat potensial untuk dikembangkan pengganti bahan bakar fosil adalah penggunaan biodiesel yang diproduksi dari bahan baku hayati. Banyak keuntungan penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi diantaranya; biodiesel diproduksi dari sumber hayati yang merupakan sumber energi terbarukan, biodiesel bersifat ramah lingkungan karena tanaman penghasil biodiesel banyak menyerap CO₂ dari atmosfer untuk fotosintesisnya sehingga tidak memberikan kontribusi yang berarti pada pemanasan global. (Sentosa, 2005). Selain itu biodiesel juga tidak mengandung sulfur, mudah terdegradasi dan tidak beracun, biodiesel memiliki angka Cetan yang tinggi, bahkan lebih tinggi daripada solar dan juga memiliki sifat pelumasan yang baik (Dwi, 2005).

Kualitas biodiesel antara lain dipengaruhi oleh kualitas minyak, komposisi asam lemak dari minyak, proses produksi dan pascaproduksi (Ristek, 2007). Kualitas minyak ditentukan oleh penanganan bahan penghasil minyak dan proses pengambilan atau ekstraksinya. Untuk mendapatkan biodiesel dengan kualitas yang memadai, perlu diperhatikan penanganan bahan sejak pemanenan, produksi biodiesel dan

penyimpanannya.

Biodiesel merupakan bahan bakar nabati yang mempunyai sifat serupa dengan minyak diesel, namun memiliki sejumlah kelebihan. Dari hasil penelitian Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) kelebihan biodiesel antara lain memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin, bebas sulfur dan mengeluarkan asap buangan rendah. Berbeda dengan solar yang biasa dikonsumsi oleh kendaraan selama ini.

Metode pengolahan hasil tanaman yang digunakan untuk pembuatan biodiesel yaitu CPO dan minyak jarak agar dalam proses pengolahannya dapat efisien, maka perlu untuk merancang atau merekayasa suatu sistem teknologi pembuatan biodiesel dari minyak jarak dan *Crude Palm Oil* (CPO) dengan proses semi kontinyu, yang menghasilkan konversi biodiesel menjadi lebih tinggi.

Langkah-langkah proses pendahuluan sampai dengan pemerahan minyak jarak dengan menggunakan metode pemerahan hidrolik dan pemerahan berulir. Teknik pemerahan mekanis juga dapat dikombinasikan dengan teknik ekstraksi dengan pelarut, walaupun mutu yang dihasilkan cukup bagus terutama jika menggunakan metode ekstraksi dengan pelarut.

Namun dari segi biaya produksi sangat mahal, sehingga kombinasi metode ekstraksi pemerahan dengan metode ekstraksi pelarut tidak sesuai untuk industri kecil menengah. Kombinasi teknik ekstraksi ini lebih sesuai bila diterapkan untuk industri besar

Metil Ester (biodiesel) dari minyak jarak pagar dapat dihasilkan melalui proses Transesterifikasi trigliserida dari minyak jarak. Transesterifikasi adalah penggantian gugus alkohol dari suatu ester dengan alkohol lain dalam suatu proses yang menyerupai hidrolisis. Namun berbeda dengan proses hidrolisis, pada proses transesterifikasi pelarut yang digunakan bukan air melainkan alkohol. Umumnya katalis yang digunakan adalah Sodium Metilat, NaOH atau KOH. Metanol lebih umum digunakan karena harganya lebih murah, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan jenis alkohol lainnya seperti Etanol.

Faktor utama yang mempengaruhi rendemen ester yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi adalah rasio molar antara trigliserida dan alkohol, jenis katalis yang digunakan, suhu reaksi, waktu reaksi, kandungan air, dan kandungan asam lemak bebas pada bahan baku (yang dapat menghambat reaksi yang diharapkan). Faktor lain yang mempengaruhi kandungan ester pada biodiesel diantaranya yaitu kandungan gliserol pada bahan baku minyak, jenis alkohol yang digunakan pada reaksi transesterifikasi, jumlah katalis dan kandungan sabun.

Minyak jarak ini jika dihidrogenasi secara keseluruhan, produk hasil Hidrogenasinya memiliki titik leleh yang tinggi (86-88°C). Minyak jarak larut dalam etil alkohol berkonsentrasi 95% pada suhu 25 °C satu volume minyak jarak terlarut didalam dua volume larutan alkohol ini. Minyak ini juga larut dalam pelarut organik polar dan kurang larut dalam senyawa hidro-karbon alipatik dan pelarut non-polar lainnya.

Proses perebusan (*sterilizer*) yaitu, memudahkan brondolan lepas dari tandan, melunakkan buah sehingga mudah di aduk, menonaktifkan enzim-enzim yang merusak mutu minyak, menggumpalkan zat putih telur (protein) dalam buah agar pemurnian minyak mudah dilakukan, meleakangkan inti dari cangkang.

Setelah direbus, TBS dimasukkan ke dalam alat penebah (*Thresher*) dengan menggunakan *Hoisting Crane*. Adapun tahapan proses secara detail adalah sebagai berikut; *hosting crane*,

bunch feeder, *fhresher*. Adapun *thresher* yang digunakan Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara VII Sule Inti ada 2 unit. *Empty Bunch Conveyor* dan *Empty Bunch Hopper*. Fungsi dari *Empty Bunch Conveyor* adalah untuk mentrasfer janjangan kosong dari *trsher* ke *Empty Bunch Hopper* sebelum dibawa ke Lapangan.

Menggunakan Pengadukan (*Digester*). Tujuan pengadukan adalah melumatkan daging buah dan memisahkan daging buah dengan biji serta meniriskan minyak, agar mudah diproses dalam pengempaan. Brondolan yang telah rontok pada proses *Thresher*, selanjutnya dimasukkan ke dalam alat pengaduk (*Digester*). Pengadukan yang baik dilaksanakan pada kondisi; ketel adukan selalu dalam keadaan penuh, suhu 90⁰-95⁰C dan aktu pengadukan ± ½ jam (Warta,2006).

Pengempaan (*screw press*). Fungsi *screw press* adalah sebagai alat untuk mengeluarkan minyak dari mesokrapnya dengan cara di kempa. Minyak kasar yang diperoleh dialirkan ke stasiun klarifikasi untuk dijernihkan atau dimurnikan, sedangkan ampas press diteruskan ke *Cake Breaker Conveyor* untuk proses selanjutnya. Operasional *screw press* menyesuaikan digester.

Minyak kasar yang keluar dari pressan masih mengandung kotoran-kotoran, pasir, cairan dan benda kasar lainnya, oleh karena itu perlu dilakukan pemurnian untuk mengurangi atau jika memungkinkan menghilangkan kandungan yang tidak diharapkan sesuai dengan norma yang ditetapkan. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut: *Sand Trap Tank*, *Vibro separator*, *Vertikal Clarifier Tank*, *Oil Tank*, *Oil purifier*, *Vacum dryer* dan *Oil Transfer Tank*, *Vibro Separator* dan *Sludge Tank*, *Sand Cyclone*, *Buffer Tank*, *Sludge Separator*, *Reclaimed Tank*, *Sludge drain tank*, *Fat pit*, *Storage Tank*.

Pembuatan Biodiesel dari CPO maka sebelumnya perlu dilakukan Esterifikasi dan Transesterifikasi. Proses Esterifikasi pencampuran antara Kalium Hidroksida (KOH) dan Metanol (CH₃OH) dengan minyak sawit. Proses ini berlangsung sekitar 2 jam pada suhu 58–65 °C. Bahan yang pertama kali dimasukkan ke dalam reaktor adalah asam lemak yang selanjutnya dipanaskan pada suhu yang telah ditentukan. Reaktor esterifikasi dilengkapi pemanas dan pengaduk, selama proses pemanasan, pengadukan dijalankan.

Tepat pada suhu reaktor 65 °C campuran metanol dan KOH dimasukkan ke dalam reaktor dan waktu reaksi mulai dihitung pada

saat itu. Pada akhir reaksi akan terbentuk metil ester dengan konversi sekitar 94 % selanjutnya produk ini diendapkan selama waktu tertentu untuk memisahkan gliserol dengan metil ester. Gliserol yang terbentuk berada di lapisan bawah karena berat jenisnya lebih besar dari pada metil ester. Gliserol kemudian dikeluarkan dari reaktor agar tidak mengganggu proses transesterifikasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Persiapan Bahan Baku

Buah direbus pada *sterilizer*, tujuannya agar (a) brondolan buah/TBS lepas dari tandan, melunakkan buah sehingga mudah di aduk, (b) menonaktifkan enzim-enzim yang merusak mutu minyak, menggumpalkan zat putih telur (protein) dalam buah agar pemurnian minyak mudah dilakukan, melekangkan inti dari cangkang. Perebusan yang baik dilaksanakan dengan kondisi operasi sebagai berikut; tekanan uap 2,8 sd 3,0 kg/cm² dan temperature 135^o C-140^oC, waktu merebus 80-90 menit, kran *exhaust* dalam keadaan tertutup, kran kondensat di buka dan di buka kran steam (uap) selama ± 3 menit, fungsinya untuk mengeluarkan udara yang berada dalam rebusan, tutup kembali kran kondensat dan naikan tekanan mencapai 1,5 kg/cm² selama ± 6 menit, setelah tekanan tercapai tutup kran uap, buka kran kondensat selama 1 menit baru buka kran *exhaust* selama 2 menit hingga tekanan nol, tutup kembali kran *exhaus* dan kondensat, buka kran uap masuk selama ± 8 menit sehingga tekanan : 2 kg/cm², baru tutup kran uap masuk, buka kran kondensat selama ± 1menit, baru buka kran *exhaust* ± 2 menit sehingga tekanan benar-benar nol. Tutup kembali kran *exhaust* dan kran kondensat, buka kran uap masuk selama ± 12 menit sehingga tekanan mencapai 2,8 – kg/cm.

Setelah tekanan tercapai tutup kran uap masuk dan aliran-aliran uap masuk krebusan berikutnya, dengan cara sama selama masa tahan (35-45 menit) perhatikan tekanan 3 kg/cm² dan temperatur 140^oC. Waktu masa tahan sudah tercapai maka lakukan pembuangan air kondensat dengan membuka kran kondensat ± menit, baru buka kran *exhaust* ± 5 menit sehingga tekanan yang ada di dalam rebusan benar-benar nol dan dilihat manometernya baru pintu dibuka.

Keluarkan buah yang telah masak dengan *capstand*, perebusan dilakukan dengan sistem tiga puncak dengan; puncak I:1,5 kg/cm², puncak II : 2 kg/cm², puncak III : 2,8-3 kg/cm², pada puncak III perebusan dilaksanakan selama 35-45

menit, tergantung pada kondisi buah (buah segar 45 menit, buah menginap 35 menit). Tujuan perebusan 3 puncak adalah tahap I, pembuangan udara dan penguapan air dari tandan buah (air kondensat). Tahap II, pembuangan udara, penguapan air dari tandan buah. Dan Tahap III, pematangan dan pelunakkan daging dan membuat kejutan terhadap biji agar terjadi kekoplakan.

Dengan perebusan tiga puncak, maka panas dapat masuk dengan baik, sehingga perebusan dapat matang secara merata. Cara ini dilakukan untuk mendapatkan hasil rebusan buah yang sempurna, mengingat kerapatan brondolan dalam tandan buah semakin padat atau solid. Untuk mencapai kematangan perbusan brondolan bagian dalam diperlukan panas yang cukup.

Pembuangan air kondensat dan udara pada puncak I dan II harus benar-benar sampai habis, karena air dan udara merupakan penghantar panas yang buruk. Perebusan yang kurang sempurna dapat menimbulkan; brondolan yang sukar lepas dari tandan, atau sering disebut sebagai *Unstripped Bunch (USB)*, dan kehilangan brondolan di jangjangan kosong naik, buah yang kurang matang memerlukan perebusan ulang, pengempaan lebih sulit dan inti kurang lekang dari cangkangnya, kehilangan minyak dalam ampas *press*, dan kehilangan minyak dalam jangjangan kosong naik. Efektifitas perebusan dapat diketahui dari; *unstipped Bunch (USB)*, *oil loss* pada air kondensat, *oil loss* pada tandan kosong & ampas *press*.

Proses berikutnya adalah proses pengadukan (*digester*). Tujuan pengadukan adalah melumatkan daging buah dan memisahkan daging buah dengan biji serta meniriskan minyak, agar mudah diproses dalam pengempaan. Brondolan yang telah rontok pada proses *Thresher*, selanjutnya dimasukkan ke dalam alat pengaduk (*Digester*). Pengadukan yang baik dilaksanakan pada kondisi; ketel adukan selalu dalam keadaan penuh, suhu 90^o-95^oC dan aktu pengadukan ± ½ jam. Selanjutnya diproses dengan Pengempaan (*screw press*). **Tujuannya** untuk mengeluarkan minyak dari mesokrapnya dengan cara di kempa. Minyak kasar yang diperoleh dialirkan ke stasiun klarifikasi untuk dijernihkan atau dimurnikan, Tahapan akhir pada proses persiapan bahan baku ada;ah dengan proses pemurnian.

Pengujian Kadar Asam Lemak Bebas.

Bahan baku minyak kelapa sawit untuk penentuan proses esterifikasi atau langsung pada proses transesterifikasi. Jika kadar FFA < 5 ppm maka proses dapat dilakukan tanpa melalui proses

esterifikasi. Tetapi jika FFA bahan baku > 5 ppm proses pembuatan biodiesel harus melalui proses esterifikasi terlebih dahulu kemudian proses transesterifikasi.

Pada penelitian ini FFA yang terdapat pada bahan baku sebesar 7,05 %, sehingga perlu proses esterifikasi dan dilanjutkan dengan transesterifikasi. Water Removal, dengan melakukan pemanasan terhadap bahan baku CPO yang dipanaskan secara manual sebelum digunakan sebagai bahan baku percobaan. Mixing Katalis (pencampuran Katalis), mencampur katalis basa (NaOH) ke dalam metanol hingga menghasilkan campuran katalis 0,06 %. Pencampuran dilakukan selama 5 menit pada tanki yang memiliki mixer yang dilengkapi dengan kondensor karena reaksi eksotermis.

Proses Esterifikasi.

Proses esterifikasi dilakukan pada tanki reaktor esterifikasi dimana terjadi reaksi antara 17 l minyak (CPO) dengan 10 l campuran metanol + NaOH selama 1 jam 30 menit pada temperatur konstan 65 °C dan tekanan 1 atmosfer.

Pemisahan I (Settling I)

Sebelum dilanjutkan pada tanki kedua untuk proses transesterifikasi, produk yang dihasilkan dipisahkan terlebih dahulu antara lapisan pertama dan kedua dengan lapisan ketiga (terbawah). Lapisan ketiga ditampung pada tanki recovery metanol. Proses ini dilakukan selama 30 menit.

Proses Transesterifikasi.

Pada proses transesterifikasi dilakukan penambahan 15 l campuran katalis basa (dengan perlakuan awal yang sama seperti pada proses esterifikasi). Proses ini juga dilakukan pada temperatur 65 °C dan tekanan 1 atmosfer pada tanki yang menggunakan kondensor. Waktu reaksi 2 jam dan setelah itu dialirkan ke tanki pemisahan II.

Pemisahan II (Settling II)

Sebelum dilanjutkan ke tanki pencucian untuk memurnikan produk yang dihasilkan. Pemisahan akan membentuk 3 lapisan. Lapisan pertama dan kedua akan dipisahkan dengan lapisan ketiga (terbawah). Lapisan ketiga ditampung pada tanki recovery metanol. Proses ini dilakukan selama 30 menit.

Pencucian (Washing)

Sebelum proses ini dilanjutkan ke tanki pengeringan untuk membersihkan biodiesel dari metanol sisa dan air pencuci, produk dicuci dengan mengumpankan air pencuci dengan temperatur 80 °C sebanyak 50 % dari total larutan produk. Proses pencucian dilakukan sebanyak dua kali tergantung tingkat pengotor yang ada. Pencucian kedua dilakukan dengan menambahkan air pencuci pada temperatur yang sama dengan air pencuci pertama tetapi volume yang ditampahkan sebanyak 100% dari total produk. (Penentuan banyaknya proses pencucian diukur dari kekeruhan air pencuci yang dipisahkan setelah proses pencucian).

Pemisahan III (Settling III)

Sebelum dilanjutkan pada tanki pengeringan untuk proses pemurnian, produk yang dihasilkan dipisahkan terlebih dahulu antara lapisan pertama dan kedua, proses ini dilakukan selama 30 menit. Lapisan kedua berupa air ditampung pada tanki recovery metanol. Sementara lapisan pertama dibagi dua 65% dikembalikan ke tanki pencucian dan 35 % diumpankan ke tanki pengeringan.

Pengeringan (Drying)

Proses pengeringan dilakukan untuk mendapatkan produk yang kemurnian lebih tinggi. Air atau metanol sisa yang masih terkandung dalam larutan diuapkan melalui proses pengeringan ini pada temperatur 100 °C selama 1 jam. Dengan menggunakan pompa vakum produk biodiesel dialirkan pada tanki penampungan.

Penyaringan (Filtration)

Proses penyaringan merupakan proses pemurnian akhir untuk mendapatkan produk yang baik sesuai dengan spesifikasi yang ada di pasaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan standar mutu yang telah ditetapkan berdasarkan SNI-04-7182-2006 tabel 1. Produk biodiesel yang dihasilkan diuji di laboratorium dengan menggunakan acuan normatif uji yang ada, antara lain; FFA (Free Fatty Acid) dengan EN 14214:2002(E), Massa jenis pada 40 °C dengan ASTM D 1298, Viskositas Kinematik pada 40 °C dengan ASTM D 445, Gliserol Bebas, gliserol yang terikat dengan ASTM D 6584, Titik nyala (flash point) dengan ASTM D 93, Air dengan ASTM D 1796.

Tabel 1. Nilai SNI-04-7182-2006

Parameter	Satuan	Nilai	Metode Uji
Massa Jenis 40 °C	Kg/cm ³	850-890	ASTM D 1298
Viskositas Kinematik 40 °C	mm ² /s	2,3 – 6,0	ASTM D 445
FFA	mg KOH/g	Maks 0,8	EN 14214: 2002
Gliserol Bebas	% massa	Maks 0,02	ASTM D 6584
Gliserol Total	% massa	Maks 0,24	ASTM D 6584
Air	% volume	Maks 0,05	ASTM D 1796
Angka sabun	% massa	Min 51	AOCS Cd 3-25
Titik nyala	° C	Min 100	ASTM D 93

Angka penyabunan , angka ini menunjukkan banyak miligram basa yang dibutuhkan untuk menyabunkan satu gram contoh biodiesel dengan AOCS Cd 3-25. Dan hasil Biodiesel dari Minyak Jarak dan Kelapa Sawit pada tabel 2.

Tabel 2. Minyak Jarak (MJ) dan Kelapa Sawit

Parameter	Satuan	Nilai	
		MJ	K S
Massa Jenis pada 40 °C	Kg/cm ³	842	861
Viskositas, 40 °C	mm ² /s	5,3	3,4
FFA	mg KOH/g	0,3	0,5
Gliserol Bebas	% massa	0,03	0,01
Gliserol Terikat	% massa	0,3	0,12
Air	% volume	0,035	0,04
Angka sabun	% massa	29	35
Titik nyala	° C	115	123

Keterangan: Minyak Jarak (MJ) dan Kelapa Sawit (KS)

Perbandingan Persen Rendemen

Biodiesel Secara Batch dan Kontinyu: (1). Proses Pembuatan Biodiesel Secara Batch; dari hasil perhitungan yang didapat rendemen yang dihasilkan sebesar 70 % untuk proses pembuatan

Biodiesel dari minyak jarak dan 82% untuk proses pembuatan biodiesel dari CPO. (2). Proses Pembuatan Biodiesel Secara Kontinyu; dari hasil perhitungan yang didapat rendemen yang dihasilkan sebesar 89 % untuk proses pembuatan biodiesel yang menggunakan bahan baku minyak jarak dan 93 % menggunakan bahan baku CPO.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setane number minyak jarak rendah (51-52). Teknologi ekstraksi minyak jarak masih sederhana sehingga minyak jarak yang digunakan kemurniannya masih rendah. Keuntungan minyak jarak adalah tidak beracun dan potensial untuk ditanam pada lahan kritis. Secara literatur cloud point lebih rendah dari minyak sawit (CPO). Bahan baku CPO sudah tersedia secara komersial dan perkiraan bahan baku pada tahun 2010 sebesar 17,5 juta ton, namun pada penelitian ini menggunakan bahan baku campuran dari P.T SAP dan PTPN VII Desa Penanggiran. Dari sisi proses yang dilakukan terdapat kenaikan rendemen antara proses pembuatan biodiesel dengan batch dan kontinyu. Mutu biodiesel yang dihasilkan telah mendekati SNI. Teknologi ekstraksi minyak jarak masih sederhana sehingga minyak jarak yang digunakan kemurniannya masih rendah. Oleh sebab itu perlunya rekayasa alat ini dibuat secara kontinyu.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwi Andreas Santosa, 2005. Tinjauan Kritis Terhadap Kebijakan Pengembangan Jarak Pagar untuk Biodiesel Seluas 10 Juta Hektar di Indonesia.
- Prihandana, 2005. Pengembangan Integarayed Biofuel Industri: Pengalaman PT Rajawali Nusantara Indonesia. Bogor.
- Ristek, 2007. Proses dan Rekayasa Rancang Bangun Pabrik Biodiesel Skala Kecil. Serpong Tangerang.
- Nunung F dan Rosiyah, 2003. Jurnal Pemanfaatan Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Alternatif.
- Tirto Prakoso, 2006. Proses Pengolahan Minyak Jarak Pagar menjadi Biodiesel pada Berbagai Skala Industri. Bogor.
- Warta, 2006. Volume 28 Nomor 3. Biodiesel Berbahan Baku Minyak Kelapa Sawit. Medan
- Wirawan, S.S, 2005. Teknologi Biodiesel dan CPO dan Aplikasinya pada Mobil Diesel pada Berbagai Skala Industri. Bogor