

LAPORAN PENELITIAN

**PEMBUATAN ADITIF METIL ESTER NITRAT UNTUK MENINGKATKAN
CETANE NUMBER DAN CETANE INDEKS PADA BAHAN BAKAR SOLAR**



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

Aprilian Purwandono (12.2013.054P.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2016**

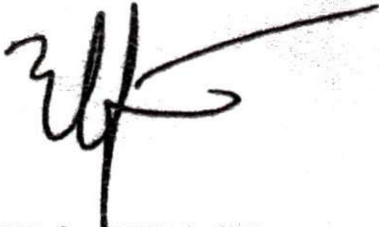
LEMBAR PENGESAHAN

**PEMBUATAN ADITIF METIL ESTER NITRAT UNTUK
MENINGKATKAN *CETANE NUMBER* DAN *CETANE INDEKS*
PADA BAHAN BAKAR SOLAR**

Nama : Aprilian Purwandono (12.2013.054P.)
Dosen Pembimbing : 1. Dr.Ir Elfidiah, M.T.
2. Netty Herawati, S.T.,M.T.

Mengetahui

Pembimbing I



DR. Ir. Elfidiah, MT

Pembimbing II



Netty Herawati, ST, MT

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Kimia



Dr. Eko Ariyanto, M.Chem.Eng



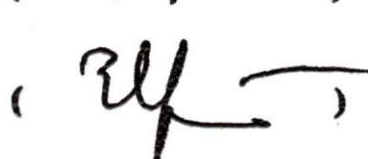
LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN PENELITIAN

**PEMBUATAN ADITIF METIL ESTER NITRAT UNTUK
MENINGKATKAN CETANE NUMBER DAN CETANE INDEKS PADA
BAHAN BAKAR SOLAR**

Nama : Aprilian Purwandono (12.2013.054.P)
Dosen Pembimbing : 1. Dr.Ir Elfidiah, M.T
2. Netty Herawati, S.T.,M.T

TIM PENGUJI

Nama	Tanda Tangan
1. Ir. Legiso, M.Si	()
2. Ir. Rifdah, M.T	()
3. Dr.Ir. Elfidiah, M.T	()

Palembang, Januari 2016

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik UMP


Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T

Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Kimia


Dr. Eko Arivanto, M.Chem.Eng

Motto :

“Hai orang - orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai pembantumu (untuk mencapai cita - citamu, karena memenangkan jiwa, menjadi benteng dari berbuat salah dan selalu mendorong berbuat baik)”.

Sesungguhnya Allah beserta orang - orang yang sabar.

(Surat Al - Baqarah Ayat 153)

Allah tidak memikulkan beban (kewajiban) kepada seseorang kecuali sekuat kekuatan yang dipikulnya.

(Surat Al - Baqarah Ayat 286)

“Mencari ilmu itu seperti ibadah, mengungkapkannya seperti bertasbih, menyelidikinya seperti berjihad, mengerjakannya seperti bersedekah dan memikirkannya seperti berpuasa”.

(Ibnu Adz Bin Jabbal)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan Karunia – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **“Pembuatan Aditif Metil Ester Nitrat Untuk Meningkatkan Cetane Number dan Cetane Indeks Pada Bahan Bakar Solar”**.

Laporan Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Laporan Penelitian pada Jurusan Teknik Kimia di Universitas Muhammadiyah Palembang. Laporan ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan di bulan November – Desember 2015.

Penulis menyadari dalam penulisan Laporan Akhir ini banyak kesalahan dan kekeliruan. Oleh karena itu, kritik, saran dan sumbangan pikiran yang membangun sangatlah diharapkan untuk menjadi lebih baik lagi.

Selama penyusunan dan penulisan Laporan Akhir ini, penulis mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Abid Djazuli, SE., MM Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Dr.Ir.Kgs. A. Roni, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Dr. Eko Ariyanto, M. Chem. Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Netty Herawati S.T.,M.T., Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang sekaligus pembimbing II Laporan Akhir
5. Dr.Ir. Elfidiah, MT Selaku Dosen Pembimbing I Laporan Akhir ini.
6. Segenap Dosen, Staf Teknik Kimia dan Teknisi Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Kepala bagian laboratorium, karyawan serta teknisi laboratorium PT. Pertamina RU III Plaju (Persero) yang telah memberikan bantuan berupa tempat penelitian, pikiran, tenaga, motivasi selama melakukan penelitian.

8. Kedua Orang tua serta saudara-saudaraku yang tak pernah berhenti memberikan doa, motivasi dan bantuan yang tiada batas.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang Angkatan 2013.
10. Semua pihak yang turut membantu baik dalam kerja praktek dan penyusunan laporan.

Penulis mengucapkan terima kasih dan semoga bantuan yang diberikan mendapat pahala yang setimpal dari Allah SWT, Amin. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis mempersembahkan laporan ini dengan harapan semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua dalam menambah wawasan dan pengetahuan atau sebagai panduan pembaca, khususnya Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Palembang

Palembang, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pengesahan Penguji	iii
Motto	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
Abstrak	xi
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
Bab II Tinjauan Pustaka	5
2.1 Zat aditif bahan bakar	5
2.2 Emisi Mesin Diesel	6
2.3 Bahan bakar solar	7
2.3.1 Sifat fisik dan kimia solar	10
2.4 Biodiesel	14
2.4.1 Produk samping	15
2.5 CPO	16
2.6 Methanol	17
2.7 Natrium hidroksida	17
2.8 Reaksi esterifikasi	18
2.8.1 Mekanisme reaksi esterifikasi	19
2.9 Sintesis senyawa organik nitrat	20
2.10 Penelitian Terdahulu	20

Bab III Metode Penelitian	22
3.1 Waktu dan tempat penelitian	22
3.2 Alat dan bahan	22
3.2.1 Alat yang digunakan	22
3.2.2 Bahan yang digunakan	23
3.3 Rancangan Penelitian	23
3.3.1 Variabel proses	24
3.4 Prosedur percobaan	24
3.4.1 Penentuan FFA	24
3.4.2 Pembuatan Biodiesel dengan Proses Esterifikasi	24
3.4.3 Pembuatan Metil Ester Nitrat	25
3.4.4 Pengujian Analisis Specific Gravity	26
3.4.5 Pengujian Analisis Flash Point	26
3.4.6 Pengujian Analisis Viskositas Kenematik	27
3.4.7 Pengujian Analisis Water Content	28
3.4.8 Pengujian Analisis CCI	28
Bab IV Hasil dan Pembahasan	30
4.1 Hasil dan pembahasan	30
Bab V Kesimpulan dan Saran	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Perbandingan mesin diesel dan bensin	2
1.2 Spesifikasi bahan bakar solar	3
2.1 Karakteristik bahan bakar solar	9
2.2 Sifat fisik biodiesel standar Jerman Din V 51606	15
2.3 Sifat fisik gliserol	15
2.4 Komposisi CPO	16
2.5 Sifat fisik CPO	17
2.6 Sifat fisik NaOH	18
4.1 Nilai CI dan CN sebelum penambahan aditif	30
4.2 Hasil Penambahan Aditif yang sangat optimal	31
4.3 Hasil Analisa dengan beberapa sifat solar	32
4.4 Nilai CI dan CN Solar penambahan aditif 1%	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Alat viskometer kinematik	10
2.2 Alat hidrometer	11
2.3 Alat ukur flash point	12
2.4 Alat ukur water content	12
3.1 Diagram alir penelitian	23
4.1 Hasil Penambahan Aditif yang sangat optimal	31
4.2 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% terhadap densitas	32
4.3 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% terhadap viskositas	33
4.4 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% terhadap flash point	33
4.5 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% terhadap water content ..	34
4.6 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% terhadap cetane indeks ..	34
4.7 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% terhadap cetane number .	35
4.8 Hubungan Lama Waktu Nitration terhadap Cetane Number	36
4.9 Hubungan Penambahan Nitrat-Sulfat terhadap Cetane Number	37

ABSTRAK
PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF METIL ESTER NITRAT
TERHADAP *CETANE NUMBER* DAN *CETANE INDEKS*
PADA BAHAN BAKAR SOLAR

(Aprilian Purwandono, 2016. 40 Halaman, 12 Tabel, 14 Gambar, 1 Lampiran)

Aditif adalah suatu senyawa yang ditambahkan kedalam senyawa lain (dalam hal ini bahan bakar) untuk menjalankan suatu fungsi spesifik, misalnya aditif penghilang endapan, aditif penghilang korosi, aditif peningkat oktan number atau cetane number dan sebagainya. Aditif yang telah komersial merupakan senyawa organik nitrat, yaitu 2-Ethylhexylnitrate (2-EHN). Pada penelitian ini dilakukan pembuatan aditif yang berasal dari minyak cpo dengan metode nitrasasi menggunakan HNO_3 dan H_2SO_4 . Cetane Number adalah ukuran kualitas pembakaran bahan bakar diesel selama pengapian kompresi. Angka setana ini adalah ekspresi signifikan kualitas bahan bakar diesel diantara sejumlah pengukuran lain yang menentukan kualitas bahan bakar diesel secara keseluruhan. Untuk mengurangi kandungan gas NO_x , SO_x , HC, dan partikulat – partikulat yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar solar, dapat dilakukan dengan cara meningkatkan *cetane number*. Salah satu cara meningkatkan *cetane number* adalah penambahan aditif pada bahan bakar solar karena zat aditif tersebut berfungsi untuk membuat radikal bebas pada rantai karbon bahan bakar. Dengan adanya radikal bebas, maka akan semakin mudah rantai karbon tersebut untuk membuat cabang baru. Efek dari timbulnya cabang baru adalah meningkatnya nilai cetane dan nilai kalor. Hasil dari penambahan volume aditif sebesar 1% kedalam bahan bakar solar mampu memperbaiki kualitas dari bahan bakar solar tersebut yang dapat dilihat dari cetane number yang awalnya hanya 48,71 menjadi 51,12

Kata Kunci : Aditif, Bahan Bakar Diesel, *Cetane Number*, Emisi gas buang.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan mesin diesel dewasa ini telah berkembang dengan pesat. Mesin diesel ini tidak hanya digunakan terbatas pada sektor industri seperti untuk generator listrik, mesin industri sampai mesin pertanian, tetapi dapat kita jumpai pada sektor transportasi. Pemakaian mesin diesel yang paling banyak adalah pada sektor transportasi. Pemakaian diesel ini akan sebanding dengan konsumsi bahan bakar solar yang diperlukan. dengan penambahan jumlah kendaraan dari sektor transportasi yang sejauh ini masih didominasi kendaraan bus dan truk. Dari total konsumsi bahan bakar minyak, minyak solar digunakan sekitar 30%. Pada tahun 2010, konsumsi BBM sebesar 36,5 juta KL dengan rincian premium 21,45 juta KL, solar 11,194 juta KL, dan minyak tanah 3,8 juta KL. (BPH Migas, 2010)

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor mengakibatkan semakin seringnya terjadi kemacetan lalu lintas di berbagai ruas jalan di Indonesia, peningkatan akan konsumsi BBM (Bahan Bakar Minyak) dan polusi menempatkan Indonesia ke dalam peringkat ketiga sebagai negara berpolusi tinggi.

Polusi merupakan masalah lingkungan hidup yang terutama disebabkan tercemarnya udara ambient oleh gas buang dari kendaraan bermotor seperti CO, NO_x, SO_x, Hidrokarbon dan partikulat dengan ukuran < 10 μ m. Untuk mengurangi laju polusi udara maka perlu dilakukan perbaikan pada mesin diesel dan bahan bakar solar. Selama ini, selain kualitas gas buang yang buruk, mesin diesel mempunyai kendala yaitu sulit dinyalakan, serta suara yang lebih berisik dibandingkan dengan mesin berbahan bakar gasoline/bensin. Perbandingan antara mesin diesel dengan mesin bensin dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah.

Tabel 1.1 Perbandingan Mesin Diesel dengan Mesin Berbahan Bensin

	Mesin Berbahan Bakar Bensin	Mesin Berbahan Bakar Diesel
Rasio Kompresi	7-10	16-24
Emisi CO dan HC	Tinggi	Rendah
Emisi NO _x	Rendah	Sedang
Masalah lain	Tidak ada	Partikulat (jelaga hitam), bau asap, berisik, sulit dinyalakan
Konsumsi Bahan Bakar	Bagus	Terbaik diantar semua tipe mesin pembakaran

(Sumber : PT Pertamina)

Tabel 1.1 memberikan informasi bahwa mesin berbahan bakar diesel mempunyai kendala pada mesin NO_x yang lebih tinggi dari mesin berbahan bakar bensin, dihasilkannya jelaga hitam, suara berisik dan sulit untuk dinyalakan. Di samping itu mesin diesel mempunyai keunggulan pada emisi CO dan HC yang rendah serta lebih ekonomis dari segi konsumsi bahan bakarnya.

Faktor yang memberikan kontribusi terbesar untuk mengurangi emisi gas buang seperti NO_x, SO_x, dan partikulat serta memperbaiki performa mesin diesel seperti kualitas penyalaan dan suara yang berisik adalah dengan peningkatan *Cetane Number* (CN) pada solar atau minyak diesel. Bahan bakar solar dengan CN yang lebih tinggi menyebabkan jarak penyalaan (*ignition delay*) yang lebih singkat, selain itu CN yang lebih tinggi juga dapat mengakibatkan rendahnya laju kenaikan tekanan dan meningkatkan kontrol pembakaran yang berarti meningkatkan efisiensi mesin, mengurangi jumlah kalor yang hilang serta mengurangi emisi NO_x, mengurangi emisi hidrokarbon dan partikulat, bahan bakar solar mempunyai CN pada rentang 40 sampai 55 dengan kandungan sulfur 500 ppm atau kurang.

Berdasarkan keputusan Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi tahun 2006, bahwa minyak solar Indonesia harus memiliki *Cetane Number* minimum 48. Hal ini sudah sesuai dengan peraturan internasional berkenaan dengan masalah lingkungan hidup, CN minimum untuk bahan bakar solar kategori I (terendah) adalah 48 dengan kandungan sulfur dibawah 500 ppm).

Tabel 1.2 Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Solar

Sifat	Kategori I	Kategori II	Kategori III
<i>Cetane Number</i>	48	53	55
Densitas @ 15°C, Kg/m ³	820 – 860	820 - 850	820 – 840
Viskositas @ 40°C, mm ² /s	2 - 4,5	2 - 4,0	2 - 4,0
Kandungan sulfur, % wt	0,5	0,03	Bebas
T 95°C maks	370	355	340

(Sumber : Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi)

Untuk mendapatkan harga CN yang tinggi sudah banyak dilakukan, dari upaya mencari bahan bakar alternatif yang menggantikan bahan bakar solar seperti penggunaan metanol dan etanol sampai dengan mencampur bahan bakar solar dengan senyawa lainnya seperti metil ester dari minyak nabati yang menghasilkan biodiesel. Pada mulanya digunakan etanol dan metanol sebagai alternatif pengganti solar yang dapat menaikkan CN 3 sampai 8 angka. Senyawa lain diperoleh dengan memproses minyak nabati seperti kanola, bunga matahari, kacang kedelai dan biji-bijian pada temperature 350-450 °C yang menghasilkan hidrokarbon dengan CN yang relatif tinggi. Penambahan konsentrasi 10-15% senyawa ini pada minyak solar akan meningkatkan CN sebanyak 3-5. Cara ini dikenal dengan sebutan biodiesel. Cara lain yang berkembang yaitu dengan penggunaan aditif.

Aditif sebagai peningkat CN sudah banyak digunakan untuk meningkatkan kualitas penyalaan bahan bakar diesel. Banyak sekali tipe aditif yang sudah dikembangkan seperti senyawa-senyawa peroksida, nitrat, nitrit, dan azo. Alkil nitrat seperti amil nitrat, hexyl nitrat, dan campuran oktil nitrat telah digunakan dan memberikan hasil yang baik. Nitrat lainnya yang sudah digunakan adalah 2 metil 2 nitopropyl nitrat, akan tetapi aditif ini sangat sensitive terhadap shock. Aditif nitrat paling komersial adalah 2 ethyl hexyl nitrat (2 EHN) yang merupakan aditif paling efektif dan murah untuk meningkatkan CN. Penambahan 0,05 sampai 0,4% 2 EHN meningkatkan CN minyak solar sebesar 3-8, memperbaiki kualitas nyala dan mengurangi emisi.

1.2. Permasalahan

1. Bagaimana cara untuk mendapatkan komposisi yang tepat dalam pembuatan biodiesel dari minyak CPO
2. Bagaimana cara untuk mendapatkan perbandingan komposisi yang tepat untuk pencampuran metil ester + H_2SO_4 + HNO_3 (proses nitration)
3. Bagaimana pengaruh penambahan aditif metil ester nitrat terhadap *cetane number* dan *cetane indeks* pada bahan bakar solar melalui perbandingan jumlah aditif metil ester nitrat dan solar.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian penambahan aditif metil ester nitrat terhadap *cetane number* dan *cetane indeks* ialah :

- a. Untuk mendapatkan kondisi optimum dalam pembuatan biodiesel dari CPO
- b. Untuk mengetahui pengaruh penambahan metil ester nitrat terhadap *cetane number* dan *cetane indeks* pada bahan bakar solar.
- c. Membandingkan beberapa sifat fisik solar dan campuran aditif pada solar seperti titik nyala, warna, berat jenis, water content dan viskositas.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian penambahan aditif metil ester nitrat terhadap *cetane number* dan *cetane indeks* ialah :

- a. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
- b. Meningkatkan nilai ekonomis dari CPO.

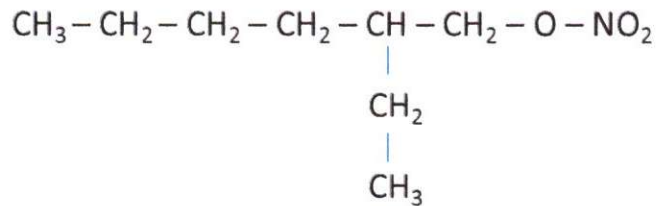
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zat Aditif Bahan Bakar

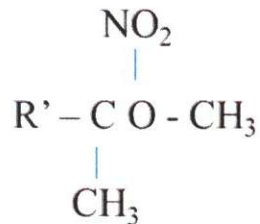
Zat Aditif adalah suatu senyawa yang ditambahkan kedalam senyawa lain (dalam hal ini bahan bakar) untuk menjalankan suatu fungsi spesifik, misalnya aditif penghilang endapan, aditif penghilang korosi, aditif peningkat oktan number atau cetane number dan sebagainya (Migas, 2006). Zat aditif yang baik harus mampu memberikan pembakaran bahan bakar optimal sehingga emisi gas buang yang berbahaya lebih sedikit dan menambah performa mesin. Zat aditif bahan bakar solar yang dapat menambah performa mesin diantaranya adalah sifat (Ornite, 2006), yaitu anti foam, tahan terhadap air, anti korosi / kerak, stabilitas oksidasi, penambah cetane number, pelumas dan operasi pada temperatur rendah.

Pada umumnya aditif ini berasal dari senyawa nitrat *oxygenate* dan *organologam*. Senyawa nitrat yang banyak digunakan sebagai aditif, misalnya isopropylnitrate, isoamylnitrat, isohexylnitrate, n-hexylnitrate, cyclohexylnitrate, 2-ethylhexylnitrate dan dodecylnitrate. Akan tetapi penggunaan senyawa nitrat ini juga dapat menyebabkan peningkatan emisi gas NOx. Senyawa *oxygenate* adalah senyawa organik cair yang dapat dicampur kedalam bahan bakar untuk menambah kandungan oksigennya. Contohnya ditertiary butyl peroxid (DTBP), methyl-tertiary-ethet (MTBE), tri-propylene glycol methyl ether (TPGME) dan di-butyl maleate (DBM). Senyawa organologam yang sudah digunakan sebagai aditif, misalnya tetreatyl lead (TEL), dan methyl cyclopentadienyl manganese tricarbonyl (MMT). Aditif ini berfungsi untuk membuat radikal bebas pada rantai karbon bahan bakar. Dengan adanya radikal bebas, maka akan semakin mudah rantai karbon tersebut untuk membuat cabang baru. Efek dari timbulnya cabang baru adalah meningkatnya nilai oktan atau cetane dan nilai kalor (Adia, 2008). Akan tetapi penggunaan senyawa organologam berbahaya bagi kesehatan manusia, khususnya otak manusia.

Aditif komersial yang biasa dipakai untuk meningkatkan cetane number yaitu 2-ethylhexylnitrate (Nasikin dkk, 2003).



Aditif buatan yang terbuat dari minyak nabati (energi terbarukan) yang dapat menggantikan aditif 2-ethylhexylnitrate untuk meningkatkan cetane number yaitu methylesternitrate (Nasikin dkk, 2003).



2.2 Emisi Mesin Diesel

Selain menghasilkan energi, mesin diesel juga menghasilkan gas buang yang mengandung komponen – komponen yang berbahaya, diantaranya adalah emisi partikulat (smoke), karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NOx) dan sulfur dioksida (SOx).

1. Emisi Gas CO dan HC

Gas CO dan HC dihasilkan pada pembuangan sebagai hasil dari pembakaran yang tidak sempurna. Gas CO dapat mengikat hemoglobin darah (Hb) dengan daya ikat yang lebih besar dibandingkan dengan daya ikat oksigen dengan Hb, akibatnya darah kekurangan oksigen dan menyebabkan sakit kepala, lemas, dan gangguan saraf pusat. Pada kondisi yang sama, HC dapat menyebabkan iritasi mata dan sesak, juga memiliki efek negatif pada lingkungan, yaitu menjadi komponen penting pada pembentukan smog (kabut fotokimia).

2. Emisi Gas NO_x

Gas NO_x dihasilkan dari nitrogen dan oksigen pada kondisi tekanan dan temperatur tinggi pada silinder mesin sehingga jumlah emisi gas NO_x yang dikeluarkan pada mesin diesel lebih banyak dibandingkan pada mesin bensin (Sharma dan Mohan, 1984). Gas NO_x kebanyakan terdiri atas nitrogen monoksida (NO) dan fraksi kecil dari nitrogen dioksida (NO₂). Gas NO mempunyai karakteristik tidak berwarna, tidak berbau, bersifat hemotoksin (senyawa yang dapat mengikat sel darah merah), dapat menyebabkan iritasi dan gangguan saraf pusat. Gas NO₂ memiliki karakteristik berwarna coklat kemerahan, baunya menyengat, toksik dan korosif. Nitrogen oksida dalam bentuk NO₂ lebih toksik dibandingkan NO. Gas NO di atmosfer pada konsentrasi normal tidak mengakibatkan iritasi dan tidak berbahaya tetapi pada konsentrasi berlebihan udara dan suhu yang tinggi, Gas NO dapat mengalami oksidasi menjadi NO₂ yang lebih beracun (Sunu, 2011). Emisi gas NO_x juga merupakan masalah lingkungan yang serius karena perannya pada pembentukan smog.

3. Emisi Smoke

Emisi smoke biasanya digunakan sebagai tolak ukur efisiensi pembakaran. Asap seperti kabut tipis yang terlihat jelas mengindikasikan pembakaran yang sempurna, tidak adanya asap mengindikasikan udara berlebih sedangkan asap berwarna gelap mengindikasikan pembakaran yang tidak sempurna (Sharma dan Mohan, 1984).

2.3 Bahan Bakar Solar

Bahan bakar solar atau minyak solar adalah bahan bakar yang digunakan untuk mesin diesel putaran tinggi di atas 1000 rpm. Bahan bakar solar disebut juga *High Speed Diesel* (HSD) atau *Automotif Diesel Oil* (ADO). Pada motor *diesel* penyalanya adalah penyalan kompresi, merupakan jenis mesin *Internal Combustion Engine*. Berbeda dengan motor bensin dimana motor bensin penyalanya menggunakan busi motor, baik dua langkah maupun empat langkah.

Minyak solar adalah campuran kompleks hidrokarbon $C_{15} - C_{20}$, yang mempunyai trayek didih antara $260 - 315^{\circ}\text{C}$ (Pertamina, 2003).

Mutu minyak solar yang baik adalah bahwa minyak solar harus memenuhi batasan sifat-sifat yang tercantum pada spesifikasi dalam segala cuaca. Secara umum minyak solar adalah mudah teratomisasi menjadi butiran-butiran halus, sehingga dapat segera menyala dan terbakar dengan sempurna sesuai dengan kondisi dalam ruang bakar mesin.

Beberapa batasan sifat-sifat minyak solar, baik sifat fisika maupun sifat kimia yang harus dipenuhi di dalam penggunaannya adalah :

1. Mesin mudah di starter dalam keadaan dingin.
2. Tidak menimbulkan ketukan.
3. Mempunyai kemampuan pengkabutan yang sempurna.
4. Mempunyai komposisi kimia yang tidak menyebabkan pembentukan kerak (*forming deposits*).
5. Tidak menimbulkan pencemaran udara (Nasikin dkk, 2003).

Penggolongan bahan bakar mesin diesel berdasarkan jenis putaran mesinnya, dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu:

1. *Automotive Diesel Oil* (ADO), yaitu bahan bakar yang digunakan untuk mesin dengan kecepatan putaran mesin di atas 1000 rpm. Bahan bakar jenis ini yang biasa disebut sebagai bahan bakar diesel.
2. *Industrial Diesel Oil*, yaitu bahan bakar yang digunakan untuk mesin-mesin yang mempunyai putaran mesin kurang atau sama dengan 1000 rpm, biasanya digunakan untuk mesin-mesin industri.

Mesin-mesin dengan putaran mesin yang cepat (>1000 rpm) membutuhkan bahan dengan karakteristik tertentu yang berbeda dengan minyak diesel. Karakteristik yang diperlukan berhubungan dengan *auto ignition* (kemampuan menyala sendiri), kemudaham mengalir dalam saluran bahan bakar, kemampuan untuk teratomisasi, kemampuan lubrikasi, nilai kalor dan karakteristik lain (Nasikin dkk, 2003).

Tabel 2.1 Karakteristik Bahan Bakar Solar

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode ASTM	IP
			Min	Maks		
1	Bilangan Cetana	-	48	-	D 613-95	
	Angka Setana atau Indeks Setana	-	45	-	D 4737-96a	
2	Berat Jenis pada 15 ⁰ C	Kg/m ³	815	870	D1298/D4042-96	
3	Viskositas (pada suhu 40 ⁰ C)	mm ² /sec	2.0	5.0	D 445-97	
4	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0.35')	D 2622-98	
5	Distilasi temp. 95	⁰ C		370		
6	Titik Nyala	⁰ C	60	-	D 93-99c	
7	Titik Tuang	⁰ C	-	18	D 97	
8	Residu Karbon	% m/m	-	0.1	D 4530-93	
9	Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 1744-92	
10	Biological Growth*)	-	Nihil			
11	Kandungan FAME*)	% v/v	-	10		
12	Kandungan methanol dan ethanol	% v/v	Tidak terdeteksi		D 4815	
13	Korosi Lempeng Tembaga	Menit	-	Kelas 1	D 130-94	
14	Kandungan Abu	% v/v	-	0.01	D 482-95	
15	Kandungan Sedimen	% m/m	-	0.01	D 473	
16	Bilangan Asam Kuat	mg KOH/g	-	0	D 664	
17	Bilangan Asam Total	mg KOH/g	-	0.6	D 664	
18	Partikulat	mg/l	-	-	D 2276-99	
19	Penampilan Visual		Jernih dan Terang			
20	Warna	No.ASTM		3.0	D 1500	

Spesifikasi tersebut sesuai Lampiran Keputusan Dirjen Migas 3675 k/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 dan dapat berubah sewaktu-waktu.

2.3.1 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Bakar Solar

1. Viskositas

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi, biasanya dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalir pada jarak tertentu. Jika viskositas semakin tinggi, maka tahanan untuk mengalir akan semakin tinggi. Karakteristik ini sangat penting karena mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel.

Bahan bakar dengan viskositas lebih rendah mempunyai *spray* yang terlalu halus dan tidak dapat masuk lebih jauh ke dalam silinder pembakaran. Viskositas juga menunjukkan sifat pelumasan dari bahan bakar. Viskositas yang relatif tinggi mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik. Pada umumnya, bahan bakar harus mempunyai viskositas yang relatif rendah agar mudah mengalir dan teratomisasi. Hal ini dikarenakan putaran mesin yang cepat membutuhkan injeksi bahan bakar yang cepat pula, namun tetap ada batas minimal karena diperlukan sifat pelumasan yang cukup baik untuk mencegah terjadinya kehausan akibat gerakan piston yang cepat (Nasikin dkk, 2003).



Gambar 2.1 Alat Viskometer kinematik

Untuk Menghitung viskometer kinematik dapat menggunakan rumus :

$$v = C \times t$$

Dimana :

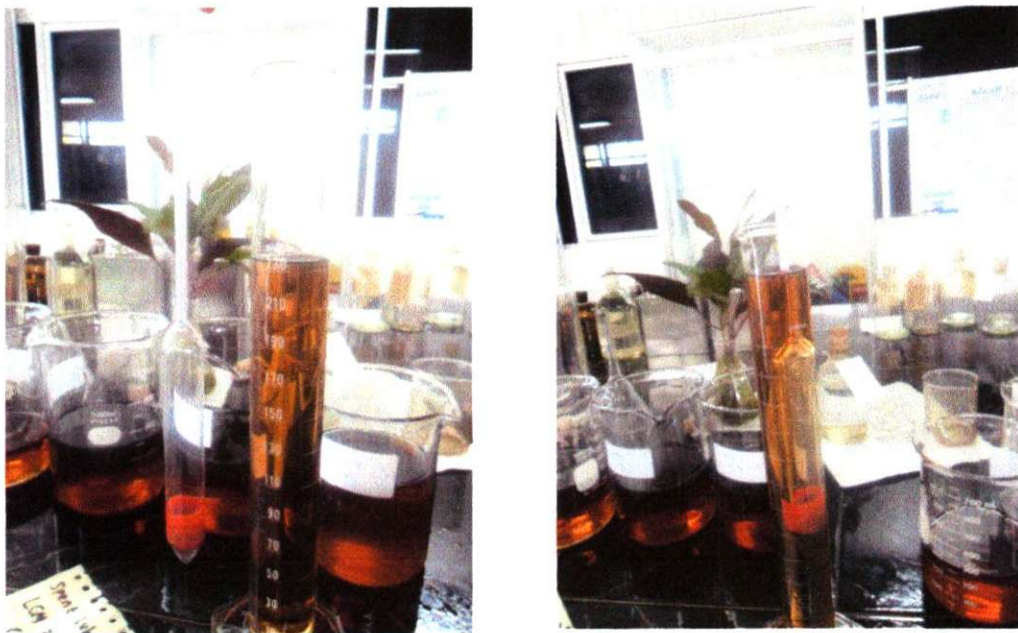
v = viskositas kinematik (mm/det)

C = Konstanta viskometer (mm/det)

t = Waktu alir (det)

2. Berat Jenis

Berat jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Berat jenis bahan bakar diesel diukur dengan menggunakan metode ASTM D 287 atau ASTM D 1298 dan mempunyai satuan kilogram per meter kubik (kg/m^3).



Gambar 2.2 Alat Hidrometer

3. Titik Nyala

Titik nyala adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menyala. Hal ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar.



Gambar 2.3 Alat Ukur Flash Point

4. Kadar Air dan Sedimen

Pada negara yang mempunyai musim dingin kandungan air yang terkandung dalam bahan bakar dapat membentuk kristal yang dapat menyumbat aliran bahan bakar. Selain itu, keberadaan air dapat menyebabkan korosi dan pertumbuhan mikroorganisme yang juga dapat menyumbat aliran bahan bakar. Sedimen dapat menyebabkan penyumbatan juga dan kerusakan mesin.



Gambar 2.4 Alat Ukur Kandungan Air (Water Content)

5. Cetane Number

Angka setana atau *Cetane number* (CN) adalah ukuran kualitas pembakaran bahan bakar diesel selama pengapian kompresi. Angka setana ini adalah ekspresi signifikan kualitas bahan bakar diesel diantara sejumlah pengukuran lain yang menentukan kualitas bahan bakar diesel secara keseluruhan. Angka setana menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri (*auto ignition*).

6. Cetane Indeks

Cetane indeks adalah indeks penyalan yang secara kasar berkorelasi dengan cetane number, dapat juga diartikan sebagai waktu yang diperlukan bahan bakar untuk menyala diruang pembakaran. Cetane indeks juga termasuk informasi mengenai komposisi senyawa aromatik dan kerapatan.

Cetane Number juga dapat dihitung dengan menggunakan distilasi atau yang disebut dengan cetane indeks, sehingga untuk mendapatkan cetane number dari cetane indeks menggunakan rumus :

$$\text{Cetane Number} = \text{Cetane Indeks} - 2 \text{ (Nasikin, 2002)}$$

Untuk menghitung *Cetane Index* (CI) digunakan persamaan ASTM D-4737.



Gambar 2.5 Alat Distilasi

Perhitungan CI menggunakan persamaan ASTM D-976 memerlukan nilai densitas dan temperatur destilat.

Rumus untuk menghitung angka setana :

$$CI_{4737} = 45,2 + 0,0892 T_{10N} + [0,131 + 0,901B] T_{50N} + [0,0523 + 0,420B] T_{90N} + 0,00049 [T_{10N}^2 - T_{90N}^2] + 107 B + 60 B^2$$

Dimana : T_{10} = temperatur destilat pada 10%

$$T_{10N} = T_{10} - 215$$

T_{50} = temperatur destilat pada 50%

$$T_{50N} = T_{50} - 260$$

T_{90} = temperatur destilat pada 90%

$$T_{90N} = T_{90} - 310$$

$$B = [e^{(-3,5)(D-0,85)}] - 1$$

D = densitas (gr/ml)

(Sumber : PT Pertamina)

2.4 Biodiesel

Metode yang paling umum untuk menghasilkan biodiesel yang berupa methyl ester adalah dengan metode *Transesterify triacylglycerols*, dimana minyak dengan alkohol ditambah dengan katalisator. Alkohol yang digunakan adalah methanol. Penggunaan biodiesel pada mesin konvensional mampu mengurangi emisi dari hydrocarbon yang tidak terbakar, CO, sulfat, dan hidrokarbon aromatis polisiklik.

Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar murni atau dicampur dengan petroleum dengan persentase tertentu. B20 (campuran 20% volume biodiesel petroleum dengan 80% volume petroleum diesel) telah dibuktikan menguntungkan bagi lingkungan. Sifat fisik biodiesel standar Jerman DIN V 51606 yang paling banyak dijadikan acuan dapat dilihat pada table 2.2

Table 2.2 Sifat fisik biodiesel standar Jerman Din V 51606

Parameter	Nilai
Densitas pada suhu 15 ^o C, g/mL	0,875 – 0,890
Flash Point, ^o C	110
Moisture, ppm	300
Bilangan asam, mg KOH/g	0,5
Total gliserol, %	0,25
Gliserol bebas, %	0,02
Kandungan fosfor, %	10
Kandungan methanol, %	0,3

Sumber : Wikipedia

Sifat kimia methyl ester sebagai berikut :

- Mempunyai rumus bangun RCOOCH₃
- Mempunyai senyawa karbon rantai lurus jenuh, kecuali C₁₇ yang mempunyai rantai lurus rangkap

2.4.1. Produk Samping

Gliserol merupakan produk samping dari pembuatan methyl ester. Nama lain dari gliserol adalah 1,2,3-propotional, CH₂OH – CHOH – CH₂OH, dengan sifat fisik antara lain : berbentuk cairan kental manis jernih, mudah larut dalam air dan alcohol larutannya bersifat netral, hygroscopis, serta tidak mudah larut dalam ether, benzene, chloroform, mudah menguap. Produk pembuatan biodiesel ini bukan gliseril murni tetapi masih berupa *crude* gliserin dan warnanya belum jernih. Pada suhu kamar (25^oC), gliserol ini mempunyai berat jenis sebesar 1,261 dengan PH berkisar antara 6,5 – 7,5.

Kegunaan gliserol sangat luas, antara lain digunakan dalam industri obat, kosmetik, pasta gigi dan lainnya. Sifat fisik gliserol dapat dilihat pada table 2.3

Table 2.3 Sifat fisik gliserol

Parameter	Nilai
Titik leleh, ^o C	18,17
Titik didh pada 0,53 kPa, ^o C	14,9
Tekanan uap pada suhu 50 ^o C, Pa	0,33

Parameter	Nilai
Surface tension pada suhu 20 ^o C, dyne/cm	63,4
Viskositas pada suhu 20 ^o C, cP	1499
Konduktivitas termal, W/m.K	0,28

Sumber : Wikipedia

2.5 Crude Palm Oil (CPO)

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) di Indonesia dalam tahun 1979 tercatat sebanyak 73 buah perkebunan kelapa sawit dengan luas areal 230.000 Ha. Produksi per Ha nya, diperkirakan produksi kelapa sawit dunia adalah 2,5 juta ton. CPO berasal dari bagian *pericarp* buah kelapa sawit. Kandungan yang terdapat dalam minyak sawit (CPO) adalah 94% trigliserida, 5% asam lemak bebas (FFA) dan selebihnya zat pengotor dan air. Minyak sawit (CPO) berwarna kuning jingga kemerah – merahan dan agak kental.

Komposisi zat asam yang mengandung lemak dari minyak sawit didominasi oleh palmitic, oleic, linoleic, dan zat asam lemak stearic ditambah sedikit myristic, lauric, linoknic dan cuka capric (*Allen dan Watts, 2000*). Dari table 4 dapat dilihat komposisi CPO dan table 2.4 sifat fisik CPO.

Table 2.4 Komposisi CPO

Komposisi Fatty Acid	Komposisi (%)
Jenuh	
Lauric	-
Myristic	1,4
Palmatic	40,1
Stearic	5,5
Aracidic	-
Other	-
Tak Jenuh	
Palmitoleic	-
Oleic	42,7
Linoleic	10,3
Linolenic	-
Other	-

Sumber : Wikipedia

Table 2.5 Sifat fisik CPO

Parameter	Nilai
Melting point, °C	35
Densitas	0,915
Nilai Iodin	54,2
Nilai Saponifikasi	199,1

Sumber : Wikipedia

2.6 Methanol

Methanol atau methyl alkohol atau sering juga disebut carbinol merupakan larutan polar yang larut dalam air, alkohol, ester dan pelarut organik lainnya. Methanol mempunyai rumus molekul CH_3OH adalah alkohol aliphatic sederhana. Reaksinya ditentukan oleh gugus hydroxyl fungsional, sedangkan reaksi terjadi oleh gugus C – O atau O – H.

Penggunaan methanol sebesar 85% digunakan sebagai bahan baku serta bahan pelarut sintetis. Dalam hal ini methanol direaksikan dengan trigliserida akan menghasilkan methyl ester.

Methanol mempunyai sifat fisik sebagai berikut : tidak berwarna, mudah terbakar dan menguap, tidak berbau, mudah larut dalam air, sangat polar, dengan spesifik gravitasi 0,7924 pada 20°C , titik didihnya $64,5^\circ\text{C}$, titik eku $-97,5^\circ\text{C}$ dan *flash point* $12,2^\circ\text{C}$.

Keberadaan methanol dalam proses transesterifikasi adalah untuk memutuskan hubungan gliserin dengan zat asam lemak.

2.7 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH) digolongkan dalam basa kuat. Oleh karena itu, NaOH sering digunakan dalam menetralisasi suatu zat. NaOH atau lebih dikenal dengan kaustik soda atau soda api merupakan zat yang larut dalam pelarut air, alkohol, dan juga dalam gliserol. NaOH memiliki dua macam bentuk, yaitu :

- Padatan, biasanya berwarna putih dengan kadar konsentrasi 100%
- Larutan, biasanya memiliki kadar konsentrasi, yaitu : 40%, 50% dan 70%

Adapun fungsi dari NaOH adalah :

- Menetralkan asam
- Sebagai bahan baku pembuatan sabun deterjen
- Memisahkan unsur belerang dari minyak bumi
- Membantu mengurangi zat warna dari kotoran yang berupa getah minyak bumi

Table 2.6 sifat fisik NaOH

Sifat fisik, satuan	Nilai
Berat Molekul, BM	40
BP, °C	142
Melting point, Mp, °C	12
Density (15°C), kg/m ³	1530
Viskositas, Ns/m ³	80.000
20°C	40.000
30°C	15.000
40°C	3,24
Cp	0,65

(Sumber : Wikipedia)

Konsentrasi NaOH yang diperlukan tergantung pada perbandingan molar antara umpan dan methanol.

2.8 Reaksi Esterifikasi

Reaksi ini merupakan reaksi kimia yang menggantikan gugus gliserol (trigeliserida) dalam molekul minyak nabati dengan molekul methanol, berlangsung pada suhu lebih dari 60 °C dengan katalis NaOH selama ± satu jam pada tekanan 1 atm. (Supriyanto, 2001)

Reaksi esterifikasi tanpa menggunakan katalis dikenal dengan nama *Catalist free Biodiesel* kini banyak dikembangkan. Proses ini dilakukan dengan mengkondisikan methanol umpan pada kondisi superkritik yaitu temperature 350 °C, tekanan 30 Mpa. Reaksi berlangsung selama 240 detik atau 4 menit dengan rasio Molar methanol terhadap ester mencapai 42. *Yield* reaksinya sangat tinggi mencapai 98,5%. Jika dibandingkan dengan reaksi konvensional keunggulan reaksi transesterifikasi tanpa katalis yaitu dengna waktu reaksi yang lebih cepat

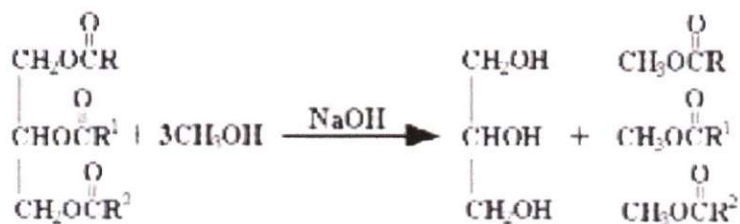
(konvensional 1 sampai 6 jam), *yield* reaksi yang tinggi (konvensional= 97%) dan tidak diperlukan proses penghilangan/pemurnian methanol, katalis serta tidak terbentuknya produk sabun serta adanya asam lemak seperti pada cara konvensional. Kendalanya yaitu pada tekanan dan temperature yang tinggi (cara konvensional tekanan 0,1 MPa dan temperatur 30-70 °C). (Kusdiana, 2001)

2.8.1 Mekanisme Reaksi Esterifikasi

Persamaan reaksi transesterifikasi dari minyak tumbuhan adalah :



Reaksi dengan katalis basa lebih cepat dibandingkan dengan katalis asam, yaitu dengan digunakannya oksida logam dan hidroksida untuk logam natrium atau kalium karbonat. Persamaan reaksi dengan katalis basa adalah sebagai berikut:



Reaksi kesetimbangan pada esterifikasi menghasilkan dua reaksi samping selain reaksi utamanya seperti dapat dilihat di bawah ini:

1. Reaksi Esterifikasi, merupakan reaksi utama yang diinginkan yang bersifat *anhydrous*, reaksinya:



2. Reaksi Netralisasi, merupakan reaksi samping yang tidak dapat dihindarkan yaitu pembentukan sabun dan air, reaksinya:



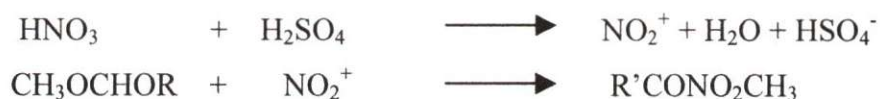
3. Reaksi saponifikasi, merupakan reaksi samping yang tidak diinginkan yang karena disebabkan adanya air, reaksinya :



2.9 Sintesis Senyawa Organik Nitrat

Sintesis organik nitrat ini dilakukan dengan mereaksikan metil ester yang telah dibuat dari minyak cpo dengan asam nitrat melalui reaksi nitrasi. Reaksi nitrasi dilakukan dengan mereaksikan asam nitrat HNO_3 dengan bantuan katalis asam sulfat (suasana asam).

Reaksi yang terjadi pada reaksi nitrasi adalah sebagai berikut:



dimana R adalah rantai karbon dari minyak.

Asam sulfat berfungsi sebagai pengarah pembentukan ion nitronium. Reaksi nitrasi dilakukan pada suhu rendah karena pada suhu tinggi dimungkinkan ada senyawa yang teroksidasi oleh asam nitrat. (Nasikin dkk, 2003).

2.10 Penelitian Terdahulu

Rini Fajri Yanti (2007). "Pembuatan Biodiesel dari CPO. Didapat kondisi yang terbaik dengan komposisi pembuatan biodiesel dari CPO yaitu 20% methanol dan 80% CPO di dapat biodiesel dengan kadar FFA : 2%. Karna Wijaya (2011). "Pembuatan Biodiesel dari CPO" Telah melakukan pembuatan dengan komposisi yang terbaik pada kondisi sebagai berikut Methanol 15%, CPO 85% dan 1% KOH didapat biodiesel dengan kualitas yang lebih baik dengan memiliki kadar FFA 0,5 %. Suirta, I.W (2009). "Pembuatan Biodiesel dari CPO" Telah melakukan pembuatan dengan komposisi yang terbaik pada kondisi sebagai berikut Methanol 10%, minyak CPO 90% dan 1% KOH didapat biodiesel dengan kualitas yang lebih baik dengan memiliki kadar FFA 2,5 %.

Randi Kharisma Hendra, 2011. "Pembuatan Metil Ester Nitrat dari Minyak Jarak" dengan komposisi campuran metil ester + asam sulfat dan natrium hidroksia (proses nitrasi) didapatkan hasil yang optimum pada

kondisi perbandingan campuran 1 : 3 pada suhu 40°C dapat meningkatkan CN sebanyak 3 angka sedangkan pada campuran 1 : 4 dengan temperatur 50°C dan 60°C mengalami kenaikan tetapi hanya sedikit sedangkan pada campuran 1 : 5 pada temperatur 50°C dan 60°C mengalami penurunan angka CN atau CI.

M. Nasikin, Rita Arbianti, dan Abdul Aziz tahun 2003. Penambahan aditif metil ester nitrat sebanyak 1% dapat meningkatkan CN yaitu CN solar sebelum penambahan aditif sebesar 44,68 setelah ditambahkan aditif menjadi 47,49 jadi aditif metil ester nitrat dapat meningkatkan CN sebesar 2,81. Wara Dyah Pita Rengga, tahun 2008. Penambahan Aditif metil ester nitrat sebanyak 0,25% - 2% dapat meningkatkan 1,2 – 5,2 angka cetana pada solar.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 minggu dilakukan di Laboratorium teknik kimia Universitas Muhammadiyah Palembang dan PT. Pertamina RU III Plaju.

3.2 Alat dan Bahan

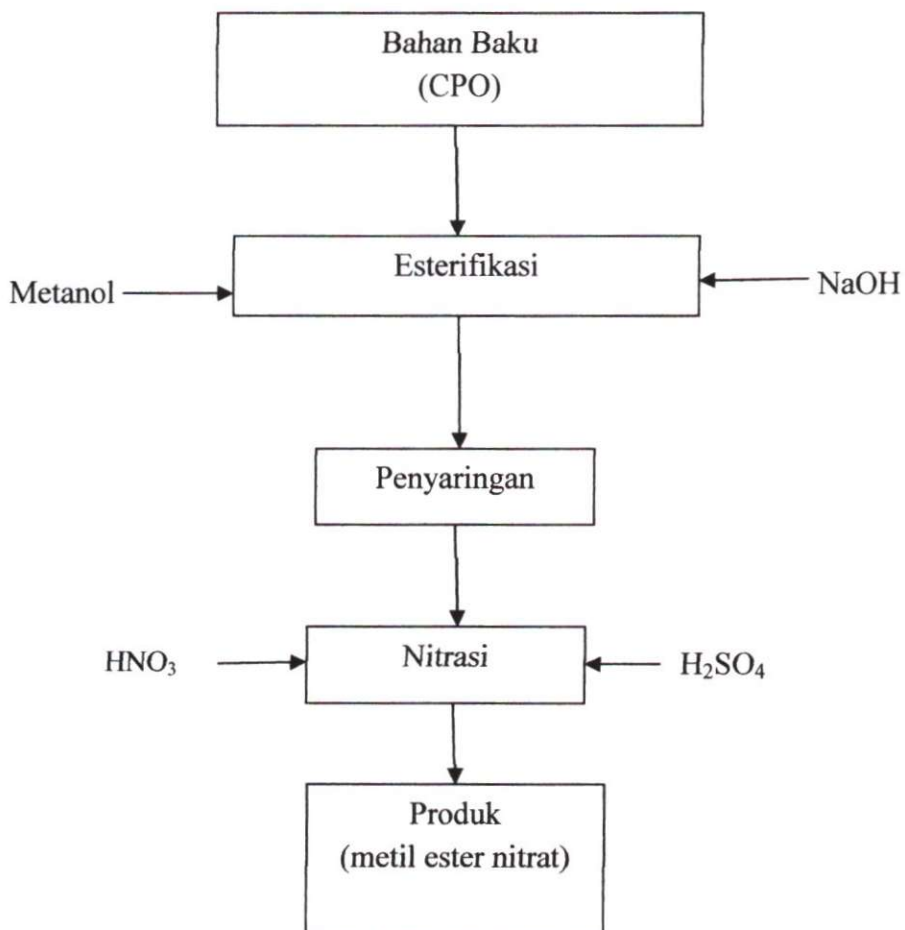
3.2.1 Alat yang digunakan :

• Gelas Kimia 250 ml	2 buah
• Gelas Kimia 600 ml	6 buah
• Gelas Ukur 100 ml,	3 buah
• Gelas Kimia 300 ml	3 buah
• Termometer	4 buah
• Seperangkat Alat Refluks	2 buah
• Corong Pisah	3 buah
• Magnetic Strirrer	5 buah
• Hidrometer	1 buah
• Seperangkat Alat Flash Point	1 buah
• Seperangkar Alat Distilasi	1 buah
• Seperangkat Alat Water Content	1 buah
• Seperangkat Alat Viskometer 40 ⁰ C	1 buah
• pH meter	1 buah
• Wadah Es	1 buah
• Spatula	1 buah
• Neraca Analitik	1 buah

3.2.2 Bahan yang digunakan

- CPO
- Solar
- Methanol
- H_2SO_4
- HNO_3
- $FeSO_4$
- Metil Ester
- Metil Ester Nitrat

3.3 Rancangan Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Variabel Proses

1. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan biodiesel dengan komposisi : 10% Methanol, 90% CPO dan 1% NaOH (Komposisi I), 1% NaOH, 15% Methanol dan 85% CPO (Komposisi II) dan 20% Methanol, 80% CPO dan NaOH 1% (Komposisi III)
2. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan Metil Ester Nitrat dengan komposisi : biodiesel + H₂SO₄ + HNO₃ (proses nitration) dengan menggunakan komposisi perbandingan dan waktu proses yaitu : 1 : 3 , 1 : 4 , 1 : 5 dan 40 menit, 50 menit dan 60 menit pada temperatur 40⁰C
3. Dalam penelitian ini dilakukan proses blending solar + aditif metil ester nitrat dengan variasi yakni : 0,5 % ; 1 % ; 1,5 % ; 2 %.

3.4 Prosedur Percobaan

3.4.1 Penentuan Kadar *Free Fatty Acid*

- Menimbang 5 gram sampel, menambahkan 50 ml metanol 95% dan 3 tetes indikator phenophtalin.
- Melakukan Titration dengan NaOH 0,1 N sampai berubah warna menjadi merah muda.
- Mencatat banyaknya NaOH yang digunakan.

$$\text{Kadar FFA} = \frac{25,6 \times \text{Volume titran} \times \text{Konsentrasi titran}}{\text{Berat sampel}}$$

3.4.2 Pembuatan Biodiesel dengan Proses Esterifikasi

1. Menimbang % NaOH melarutkan dengan % methanol, mengaduk dengan stirrer hingga semua NaOH larut, lalu menempatkan pada labu gelas kimia 500 ml
2. Memanaskan % sampel minyak CPO dan diaduk dengan stirrer hingga mencapai suhu 110⁰C

3. Menambahkan methnol yang telah ditambah dengan NaOH yang telah dibuat tadi pada langkah 2 kedalam minyak yang telah dipanaskan sampai homogen
4. Kemudian setelah semuanya homogen masukan larutan kedalam labu bundar 500 ml dan dilakukan proses esterifikasi selama 1 jam pada suhu 60°C
5. Kemudian dimasukan ke dalam corong pisah dan akan terdapat dua lapisan yaitu lapisan atas merupakan biodiesel sedangkan lapisan bawah merupakan gliserol.
6. Setelah selesai proses pemisahan kemudain biodiesel di ambil dan dilakukan tahap pencucian dengan menambahkan air kemudian di aduk dengan stirrer selama 10 – 15 menit
7. Setelah dilakukan pencucian kemudian di lakukan pemanasan pada suhu 110°C selama 2 jam agar kandungan air di dalam biodiesel berkurang

3.4.3 Pembuatan Metil Ester Nitrat dengan Proses Nitration dengan Perbandingan Biodiesel + ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$), (1 : 3 , 1 : 4 , 1 : 5) dan Dengan Temperatur (40 menit, 50 menit dan 60 menit) pada Temperatur 40°C

1. Menambahkan HNO_3 pekat kedalam H_2SO_4 pekat dilabu bundar 500 ml yang diletakkan di wadah berisi es secara perlahan dilemari asam. Suhu dijaga $< 45^{\circ}\text{C}$
2. Menambahkan metil ester kedalam labu bundar yang telah berisi larutan yang telah dibuat pada langkah pertama
3. Memasukan batu didih dan melakukan refluks dengan heater pada suhu 40°C selama waktu yang telah ditentukan sambil sekali – kali labu diguncang
4. Setelah selesai memasukan campuran yang telah direfluks kedalam gelas kimia yang berisi 250 ml air dingin sambil diaduk, mendinginkan hingga suhu ruang. Campuran akan terlihat terpisah

5. Memindahkan campuran tersebut kedalam corong pisah dan memisahkan lapisan bawahnya.
6. Memanaskan aquadest sebanyak 25 ml sampai suhu 60°C kemudian dimasukan kedalam metil ester nitrat sampai pHnya mendekati 6.
7. Untuk memastikan larutan mengandung ion nitrat, tambahkan 1 ml FeSO_4 jenuh, atur posisi tabung reaksi dengan kemiringan 45° , lalu tambahkan H_2SO_4 pekat sedikit demi sedikit dan perlahan-lahan menyusuri dinding tabung. Cincin berwarna coklat yang terbentuk pada batas permukaan dua cairan menunjukkan adanya ion NO_2^+ .

3.4.4 Pengujian Analisis Specific Gravity

- **Menggunakan Alat Hidrometer**

1. Menuangkan sampel kedalam gelas ukur 300 ml secukupnya
2. Menempatkan gelas ukur yang telah berisi sampel pada tempat yang datar dan bebas dari aliran udara serta guncangan
3. Memasukan hidrometer kedalam sampel dan tunggu sampai alat hidrometer mengapung secara stabil, bacalah hidrometer tersebut sehingga didapat specific gravity sampel
4. Setelah pembacaan hidrometer selesai kemudian masukan termometer kedalam sampel dan membaca temperatur sampel sehingga didapat temperatur sampel
5. Setelah specific gravity dan temperatur sampel didapat lihatlah tabel yang telah di tentukan untuk mengetahui specific gravity sampel tersebut

3.4.5 Pengujian Analisis Flash Point (Titik Nyala)

1. Sebelum memulai, mangkok tempat sampel harus bersih dan kering. Mengisi mangkok dengan sampel sampai tanda batas, kemudian ditutup dan termometer dipasang.

Api dinyalakan dan diatur supaya diameter ada ± 4 mm. Atur kenaikan suhu antara $9^{\circ}\text{F} - 11^{\circ}\text{F}$ ($5^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C}$) permenit. Pengaduk diputar, 90 – 120 rpm.

2. Jika diperkirakan titik nyala 220°F atau kurang, sampel dipanaskan sampai 18°F (10°C) dibawah titik nyala, membaca suhu tiap kenaikan suhu 2°F (1°C) dan mengarahkan api kepermukaan contoh selama 1 detik.

Pengetesan ini diulangi setiap kenaikan suhu 2°F (1°C) sampai titik nyala tercapa. Jangan diaduk, pada saat dilakukan pengetesan.

3. Jika titik nyala diatas 220°F , memanaskan sampel sampai 30°F (16°C) dibawah titik nyala dan pembacaan adalah tiap kenaikan suhu 5°F (2°C), selanjutnya api harus diarahkan kepermukaan contoh selama 1 detik.
4. Mencatat suhu sebagai titik nyala, waktu ada penyambaran yang terang. Sering kali api diliputi oleh sinar biru, jika titik nyalanya hampir tercapai. Jangan sampai keliru titik nyala sebenarnya dengan sinar biru ini.

3.4.6 Pengujian Analisis Viskositas Kenematik

1. Sampel dikocok terlebih dahulu sampai homogen
2. Mengatur suhu viskometer bath untuk analisis sampel yaitu 40°C
3. Mengatur suhu viskometer yang sesuai sehingga laju sampel berada pada 200 – 1000 detik, memasukan kedalam viscometer bath
4. Memasukan sampel kedalam viscometer menggunakan pipet tetes, mengatur volume sampel sampai tanda garis batas
5. Memastikan tidak ada gelembung udara disampel, didiamkan ± 1 jam agar suhu sampel sama dengan suhu bath
6. Sampel didorong sampai garis batas bagian atas viskometer agar dapat mengalir berdasarkan gaya gravitasi
7. Mengukur kecepatan alir yang diperlukan oleh sampel dari tanda batas pertama sampai tanda batas kedua
8. Memcatat hasil pengukuran

3.4.7 Pengujian Analisis Water Content

1. Alat dihidupkan, kemudian dipilih metode ASTM D6304, tekan enter, pilih DEF untuk menentukan formula tekan angka 1, tekan enter pilih rs 1 desimal (1,2,3,4)
2. Pilih C, formula CO1 dan CO2 sesuai table kendali, tekan enter
3. Jika metode akan diganti, pilih overwrite
4. Menekan start dan menghidupkan stirrer
5. Menunggu lampu COND menyala dilayar ada bacaan ready
6. Menyiapkan sampel, dipastikan sampel telah homogen
7. Mengambil sampel secukupnya
8. Menimbang syringe berisi sampel, mencatat beratnya
9. Menekan tombol start
10. Menginjeksikan sampel kedalam wadah berisi pelarut
11. Menimbang kembali, syringe kosong, mencatat beratnya
12. Memasukan berat syringe berisi sampel dan syringe kosong
13. Hasilnya akan langsung muncul dilayar alat tersebut berapa kadar air didalam sampel

3.4.8 Pengujian Analisis CCI (Calculated Cetane Indeks)

1. Mengambil 100 ml sampel kedalam flask
2. Memasang termometer yang sudah ditentukan pada flask dimana unung kapiler air raksa harus sejajar dengan bagian bawah lubang kondenser flask
3. Memanaskan sampel sampai terjadi perubahan fase
4. Mengamati tetesan pertama pada silinder penampung kondensat, mencatat sebagai IBP.
5. Mengatur pemanasan agar kecepatan kondensat stabil
6. Memncatat suhu pembacaan termometer versus volume kondensat dalam silinder sesuai kebutuhan analisis

7. Apabila pembacaan termometer mencapai 371°C atau terjadi *decomposition point*, *End Point* belum dicapai maka pemeriksaan dihentikan, mencatat volume kondensat silinder
8. Mengatur pemanasan bila sisa residu dalam flask mencapai ± 5 ml sehingga waktu yang diperlukan untuk mencapai *End Point*
9. Setelah flask dingin, menuangkan sisa sampel kedalam silinder, mencatat dan melaporkan sebagai residu destilasi

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan

Hasil Pembahasan dapat dilihat pada tabel 4.1 yaitu hasil yang optimum pada penambahan aditif sebesar 1% dapat dilihat di tabel dibawah ini :

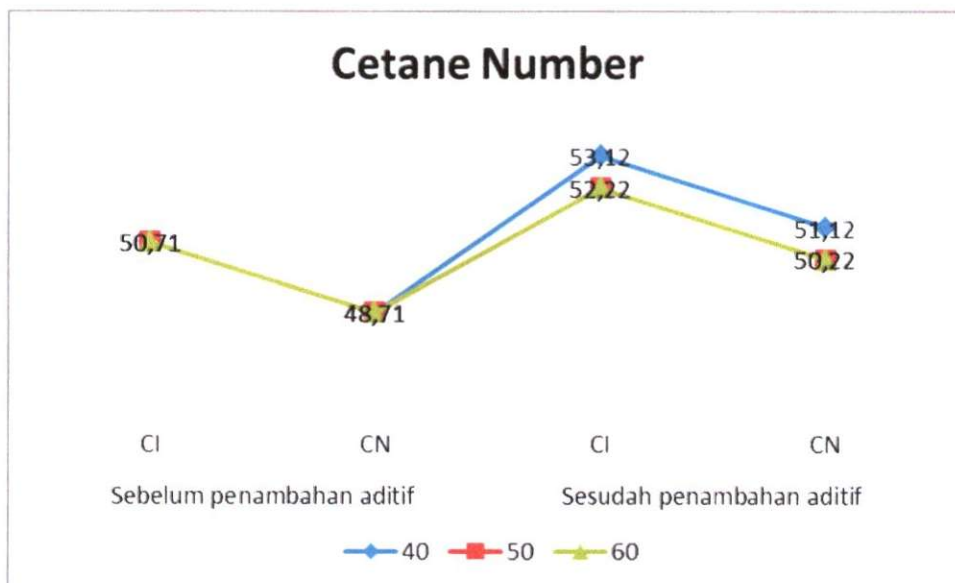
Tabel 4.1 Nilai CI dan CN sebelum penambahan aditif dan sesudah penambahan aditif sebanyak 0,5% 1% 1,5% dan 2%

NO	Sampel			Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat								
	Waktu (menit)	Penambahan Nitrat + Sulfat	Sebelum penambahan aditif	0,5%		1%		1,5%		2%		
			CI	CN	CI	CN	CI	CN	CI	CN	CI	CN
1	40	1 : 3	50,71	48,71	51,90	49,90	53,12	51,12	52,10	50,90	51,10	49,10
		1 : 4	50,71	48,71	51,91	49,91	51,91	49,91	50,31	49,91	48,30	46,30
		1 : 5	50,71	48,71	51,93	49,93	52,07	50,07	51,70	50,93	49,71	47,71
2	50	1 : 3	50,71	48,71	51,81	49,81	52,22	50,22	51,35	50,81	50,10	48,10
		1 : 4	50,71	48,71	51,71	49,71	51,91	49,91	50,70	50,71	49,35	47,35
		1 : 5	50,71	48,71	50,81	49,81	51,75	49,75	50,30	48,81	49,75	47,75
3	60	1 : 3	50,71	48,71	51,30	49,30	52,22	50,22	51,30	49,30	50,30	48,30
		1 : 4	50,71	48,71	51,40	49,40	52,07	50,07	51,70	49,40	50,65	48,65
		1 : 5	50,71	48,71	51,20	49,20	51,75	49,75	51,40	49,20	50,35	48,35

Dari tabel 4.1 dapat kita lihat hasil sebelum dan sesudah penambahan aditif sebanyak 0,5% sampai 2% ada yang mengalami kenaikan dan penurunan. Dari hasil tabel tersebut didapatkan hasil yang optimum yaitu pada penambahan aditif sebanyak 1% kemudian pada saat penambahan aditif 1,5% dan 2% mengalami penurunan hal ini dikarenakan pada saat penambahan aditif 1,5% dan 2% sudah mengalami titik jenuhnya sehingga cetane indeks dan cetane number mengalami penurunan.

Tabel 4.2 Hasil Penambahan Aditif yang sangat optimal yaitu pada penambahan nitrat + sulfat pada perbandingan 1 : 3 dan penambahan aditif sebanyak 1%

No	Sampel		Sebelum penambahan aditif		Sesudah penambahan aditif	
	t (menit)	Penambahan nitrat + sulfat	CI	CN	CI	CN
1	40	1 : 3	50,71	48,71	53,12	51,12
2	50	1 : 3	50,71	48,71	52,22	50,22
3	60	1 : 3	50,71	48,71	52,22	50,22



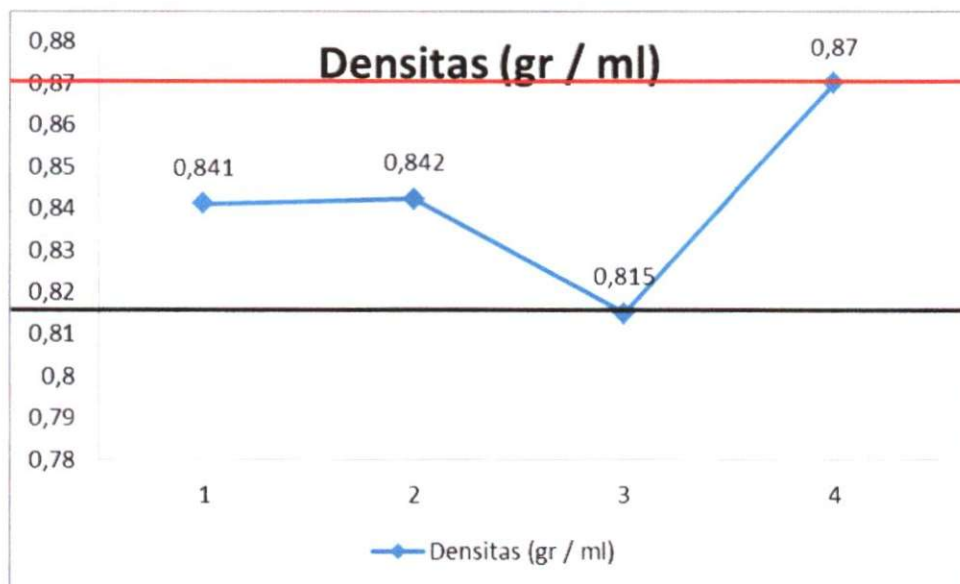
Gambar 4.1 Hasil Penambahan Aditif yang sangat optimal yaitu pada penambahan nitrat + sulfat pada perbandingan 1 : 3 dan penambahan aditif sebanyak 1%

Dari hasil pada gambar 4.1 didapat hasil yang optimum yaitu pada komposisi 1 : 3 pada penambahan nitrat + sulfat dan pada waktu 40 menit karena dapat menaikkan CI dan CN, sebesar CI : 53,12 CN : 51,12 yang sebelum penambahan aditif hanya sebesar CI : 50,71 CN : 48,71 yang kemudian dilakukan analisa selanjutnya yaitu analisa water content,

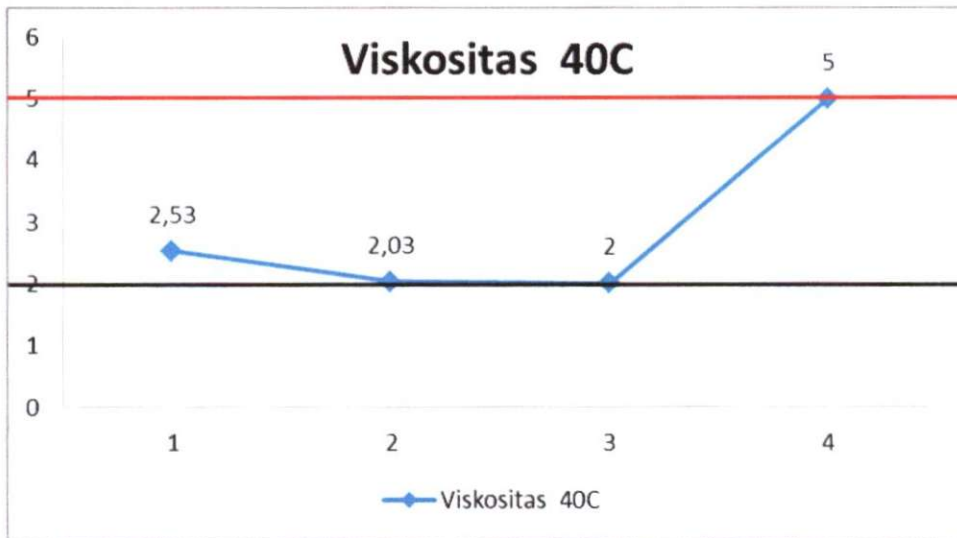
viskositas, flash point dan densitas apakah masih memenuhi standar yang telah ditentukan dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.3 dan pada gambar dibawah ini .

Tabel 4.3 Hasil Analisa dengan beberapa sifat solar

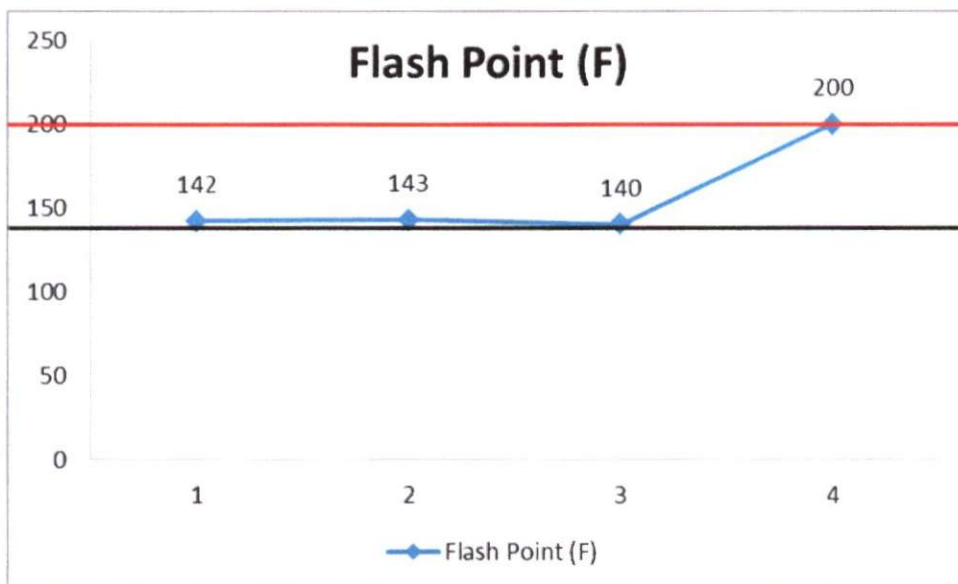
Analisa	Metode (ASTM)	Penambahan Metil Ester Nitrat	
		Blanko	1 %
Densitas (gr / ml)	D 1298	0,841	0,842
Viskositas 40 ⁰ C	D 445	2,53	2,03
Flash Point (⁰ F)	D 93	142	143
Water Content (ppm)	D 6304	71,05	90,45
Cetane Indeks	D 4737	50,71	53,12
Cetane Number	D 613-95	48,71	51,12



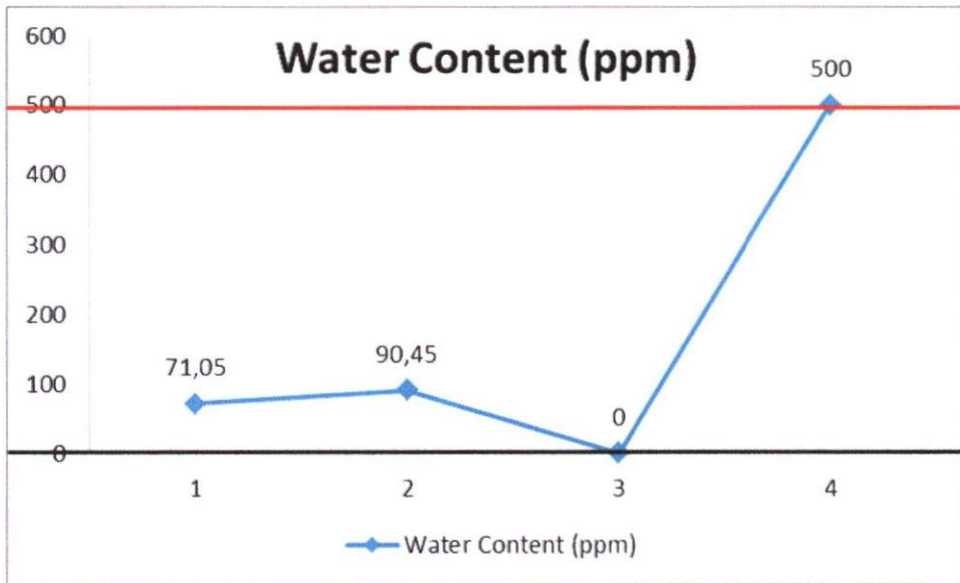
Gambar 4.2 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% kedalam bahan bakar solar terhadap Densitas



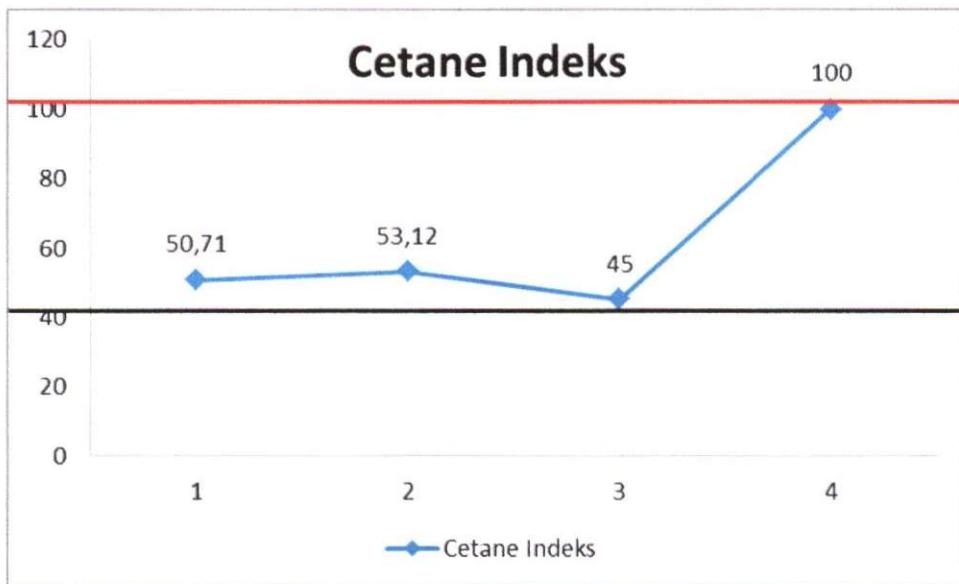
Gambar 4.3 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% kedalam bahan bakar solar terhadap Viskositas 40⁰C



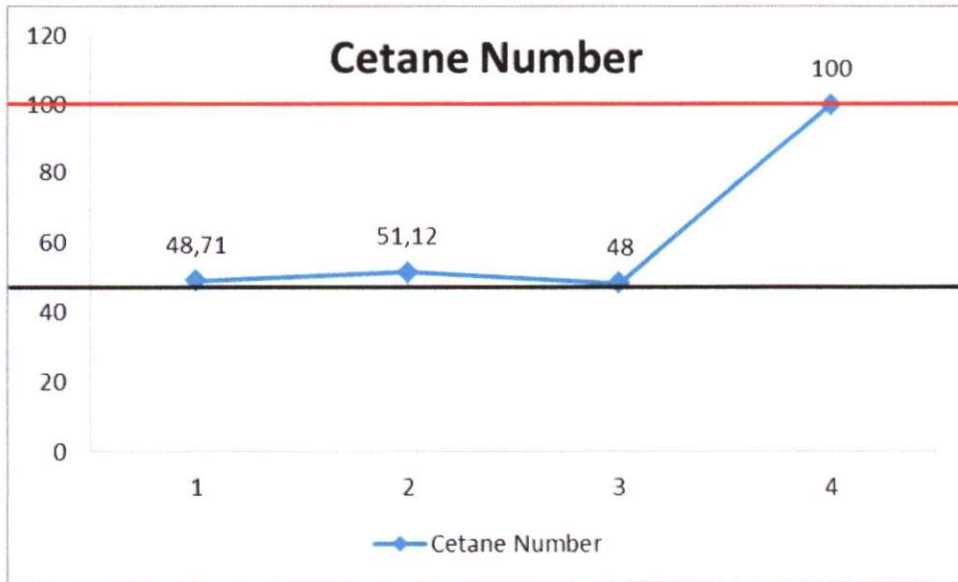
Gambar 4.4 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% kedalam bahan bakar solar terhadap Flash Point ⁰F



Gambar 4.5 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% kedalam bahan bakar solar terhadap Water Content (ppm)



Gambar 4.6 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% kedalam bahan bakar solar terhadap Cetane Indeks



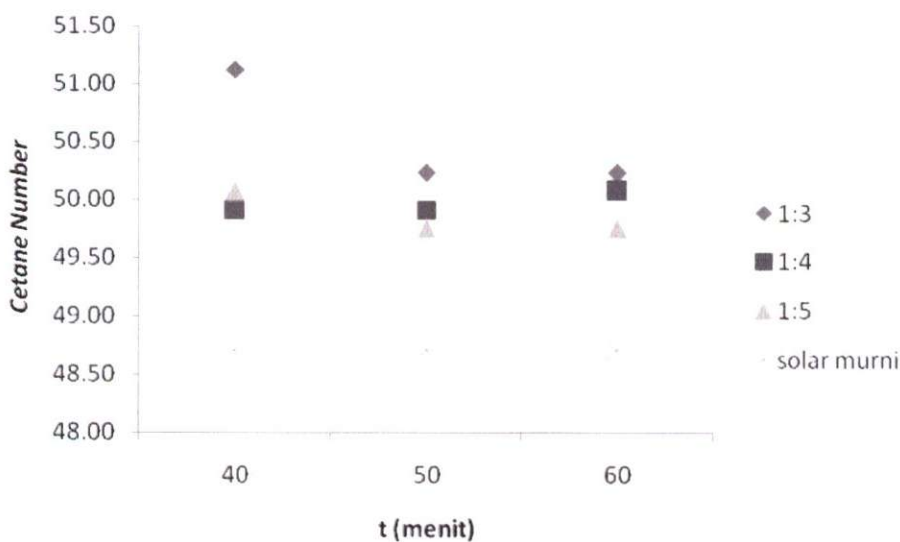
Gambar 4.7 Penambahan Aditif Metil Ester Nitrat 1% kedalam bahan bakar solar terhadap Cetane Number

Tabel 4.4 Nilai CI dan CN Solar Sebelum dan Setelah Penambahan Aditif Sebanyak 1% dari Minyak CPO

No.	SAMPEL		sebelum penambahan aditif		setelah penambahan aditif	
	t (menit)	penambahan nitrat-sulfat	CI	CN	CI	CN
1	40	1 : 3	50,71	48,71	53,12	51,12
2		1 : 4	50,71	48,71	51,91	49,91
3		1 : 5	50,71	48,71	52,07	50,07
4	50	1 : 3	50,71	48,71	52,22	50,22
5		1 : 4	50,71	48,71	51,91	49,91
6		1 : 5	50,71	48,71	51,75	49,75
7	60	1 : 3	50,71	48,71	52,22	50,22
8		1 : 4	50,71	48,71	52,07	50,07
9		1 : 5	50,71	48,71	51,75	49,75

Hasil perhitungan CI dan CN dapat dilihat pada Tabel 4.4. Perhitungan angka setana dilakukan dengan mengurangi hasil CI dengan angka 2. Dari hasil perhitungan CN yang diperoleh, dapat dilihat bahwa angka setana solar meningkat

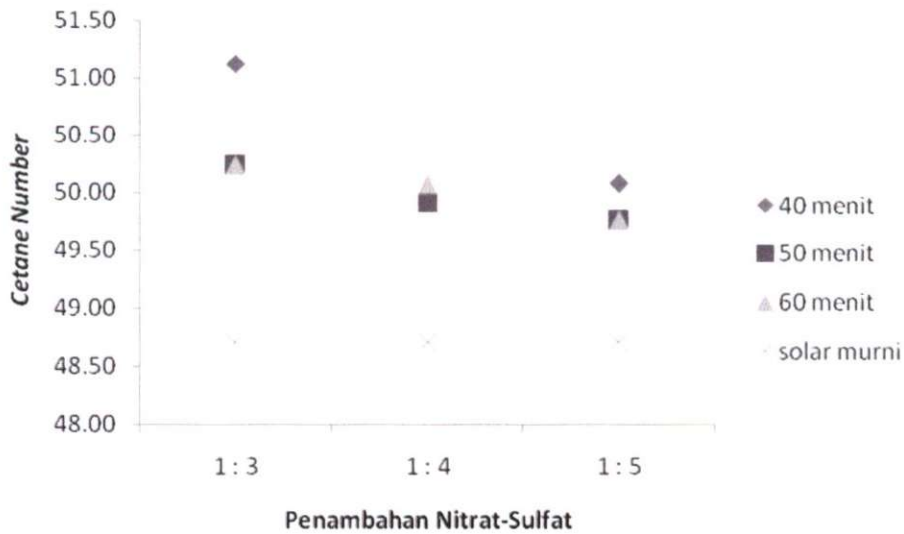
dengan ditambahkannya metil ester nitrat pada solar. Kenaikannya adalah ± 2 untuk penambahan metil ester nitrat sebesar 1%. Aditif ini sangat potensial untuk meningkatkan CN karena aditif komersial (EHN) juga memiliki kemampuan yang mirip yaitu meningkatkan CN sebesar 3-8 untuk penambahan 0,05-0,4% volume. Di samping itu, aditif metil ester nitrat memiliki keunggulan yaitu disintesis dari bahan yang terbarukan, ramah lingkungan, dan harga yang lebih murah.



Gambar 4.8 Hubungan Lama Waktu Nitrase terhadap Cetane Number untuk Aditif dari Minyak CPO

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa grafik lama waktu nitrase terhadap Cetane Number memiliki kecenderungan menurun. Hal ini menjelaskan bahwa lama waktu reaksi nitrase selama 40 menit menghasilkan angka setana yang lebih tinggi daripada variabel waktu lainnya, yaitu 50 dan 60 menit. Hal ini dikarenakan waktu ideal dari reaksi nitrase adalah sekitar 40-45 menit dan apabila waktu nitrase melebihi waktu tersebut maka larutan di dalam labu akan hangus sehingga nitrat tidak dapat tercampur dalam kondisi optimal.

(Wara Dyah, 2008)



Gambar 4.9 Hubungan Penambahan Nitrat-Sulfat terhadap Cetane Number untuk Aditif Minyak CPO

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa grafik variasi penambahan nitrat-sulfat terhadap Cetane Number memiliki kecenderungan menurun. Hal ini menjelaskan bahwa variasi penambahan nitrat-sulfat 1:3 menghasilkan angka setana yang lebih tinggi daripada variabel penambahan nitrat-sulfat yang lainnya, yaitu 1:4 dan 1:5. Hal ini dikarenakan pada penambahan 1:3 nitrat mampu bereaksi baik dengan sulfat untuk menghasilkan ion NO_2^+ . Sedangkan pada penambahan 1:4 dan 1:5 ion NO_2^+ yang dihasilkan lebih sedikit karena banyaknya sulfat yang bereaksi dengan nitrat. (Wara Dyah, 2008)

Penambahan metil ester nitrat atau aditif pada solar tidak akan berpengaruh secara langsung terhadap CI apabila penambahan tersebut tidak mengubah densitas dan temperatur distilat. Akan tetapi karena densitas dan temperatur distilat dari campuran solar dan metil ester nitrat tersebut berubah dengan naiknya konsentrasi aditif, maka penambahan aditif jenis ini mempengaruhi CI yang nantinya akan berpengaruh pada CN.

Semakin besar densitas dan semakin tinggi suhu distilat maka semakin besar nilai CI dan CN. Hal ini dapat dilihat pada metil ester yang memiliki densitas paling besar dan suhu distilat paling tinggi memiliki nilai CI yang paling tinggi pula dibandingkan dengan nilai CI yang lain.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengaruh penambahan aditif metil ester nitrat terhadap cetane number dan cetane indeks pada bahan bakar solar dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sintesis aditif metil ester nitrat dapat dibuat dari minyak cpo dengan metode sintesis metil ester dan reaksi nitration menggunakan HNO_3 dan H_2SO_4 pekat.
2. Penambahan asam nitrat dan asam sulfat pekat dengan perbandingan 1:3 menghasilkan metil ester nitrat yang dapat menaikkan angka setana lebih tinggi dari perbandingan 1:4 dan 1:5, yaitu sebanyak 2,41 angka, dari 48,71 menjadi 51,12 untuk metil ester nitrat dari minyak cpo.
3. Waktu reaksi nitration selama 40 menit menghasilkan metil ester nitrat yang dapat menaikkan angka setana lebih tinggi daripada waktu nitration selama 50 dan 60 menit, yaitu sebanyak 2,41 angka, dari 48,71 menjadi 51,12 untuk metil ester nitrat dari minyak cpo
4. Pada volume penambahan aditif metil ester nitrat diatas 1% maka cetane number dan cetane indeks cenderung menurun hal ini disebabkan karena bahan bakar solar yang ditambahkan aditif metil ester nitrat sudah mencapai titik optimalnya atau titik jenuhnya. Jadi apabila kita menambahkan aditif tersebut terlalu banyak bukannya menjadi lebih baik tetapi dapat menurunkan kualitas dari bahan bakar solar tersebut dan dapat meningkatkan emisi gas NO_x .
5. Untuk penambahan aditif sebanyak 1% kedalam bakar solar tidak mempengaruhi beberapa sifat solar seperti densitas, viskositas, flash point dan water content karena masih diatas batas minimum dan dibawah batas maksimum yang telah ditentukan oleh PT Pertamina

5.2 Saran

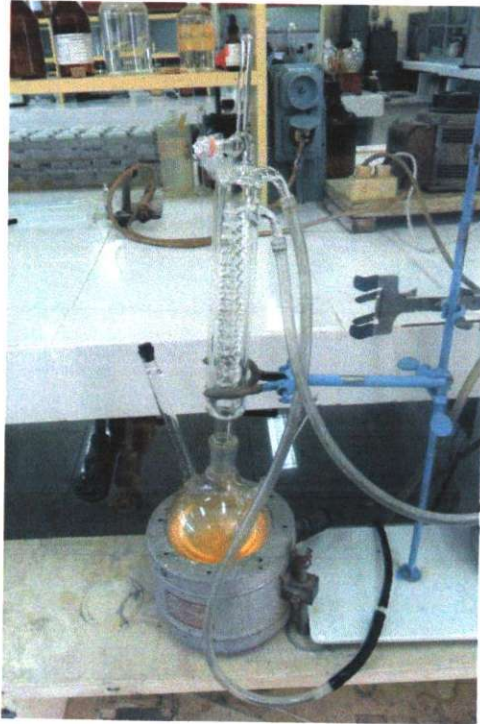
Disarankan untuk volume penambahan aditif metil ester nitrat pada bahan bakar solar akan lebih baik pada volume penambahan 1% karena dengan penambahan tersebut sudah meningkatkan kualitas dari bahan bakar solar yang paling optimal dibandingkan volume penambahan aditif metil ester nitrat yang lainnya. Dan juga perlu diperhatikan pada volume penambahan aditif metil ester nitrat yang semakin banyak akan menambah jumlah atom nitrogen yang akan terdekomposisi menjadi gas NO_x pada suhu yang tinggi, hal ini sangat tidak diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 1990. *Bahan Pengajaran Minyak Bumi dan Produk Minyak*, Akamigas, Cepu.
- _____. 2012. http://id.wikipedia.org/wiki/Natrium_hidroksida, diakses pada tanggal 22 Mei 2015, 21 : 42 WIB
- _____. 2012. http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_sulfat diakses pada tanggal 22 Mei 2015, 21 : 45 WIB
- _____. 2012. http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_nitrat diakses pada tanggal 22 Mei 2015, 21 : 48 WIB
- _____. 2015. <https://id.wikipedia.org/wiki/Bensin> diakses pada tanggal 22 Mei 2015, 21 : 50 WIB
- Adia.2008. Kesetimbangan Cair – Cair.[Online] Tersedia <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-23026-2308100003-Chapter1.pdf>, diakses pada tanggal 21 Mei 2015, 21 : 00 WIB
- BPH Migas.2010.
<http://finance.detik.com/read/2010/08/26/073159/1428074/4/hampir-60-jatah-bbm-bersubsidi-sudah-terpakai>, di akses pada tanggal 20 Mei 2015, 22 : 34 WIB
- Feldman, M. E. and Peterson, C. L. (1992). *Fuel injector timing and pressure optimization on a DI diesel engine for operation on biodiesel*. Liquid Fuels From Renewable Resources – Proceeding of an Alternative Energy Conference. Nashville, TN.
- Kusdiana.2001.
https://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjYwv7wuJrKAhVCC44KHbgBCWMQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.jie.or.jp%2Fbiomass%2FAsiaBiomassHandbook%2FIndonesian%2FAll_I.pdf&usg=AFQjCNGnea-O1SpFKw3rWXB3wLrPN9QUtg&sig2=o9Rsv5mTkh-X6GIF0IPbA&bvm=bv.110151844,d.c2E, diakses pada tanggal 06 Juni 2015, 20 : 00 WIB
- Nasikin.2003. Sintesis Metil Ester Sebagai Aditif Bahan Bakar Solar Dari Minyak Sawit.[Online] Tersedia <http://www.Digilib.ui.ac.id/opac/themes/libri2/detail.jsp?id=90507>, diakses pada tanggal 20 Mei 2015, 22 : 30 WIB.

- Marshall, W. F. 1993. *Effects of methyl esters of tallow and grease on exhaust emissions and performance of a Cummins L10 engine*. Itt Research Institute, National Institute for Petroleum and Energy Research, Bartlesville, OK. (Report prepared for Fats and Proteins Research Foundation, Inc, Ft. Myers, Beach, FL)
- Mittelbach, M. P., Tritthart, P, and Junek, H. 1985. *Diesel fuel derived from vegetable oils, II: emission tests using rape oil methyl ester*. Energy Agriculture. 4:208-215
- Mittelbach, M. P., Tritthart, P. 1988. *Diesel fuel derived from vegetable oils, III. Emissions tests using methyl esters of use frying oil*. Journal of the American Oil Chemists' Society. 65 (7): 1185-1187
- Pertamina, 2015. *Bahan Bakar Minyak Untuk Kendaraan Bermotor, Rumah Tangga, Industri & Marine*, Laboratorium Analisis, Palembang, 2015
- Raditya, 2007. Aditif metil Ester Nitrat dari Minyak Jarak <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100011044495/16947> [Online] diakses pada tanggal 20 Mei 2015, 22 : 50 WIB
- Rudianto. 2008. Macam-macam Zat Aditif Bahan Bakar [Online] Tersedia: repository.upi.edu/operator/upload/s_d515_055543_chapter2.pdf, diakses pada tanggal 05 Juni 2015, 21 : 00 WIB
- Sunu. 2011. <http://airveronmental.blogspot.co.id/2015/02/parameter-pencemar-udara-kriteria-dan.html> [Online] diakses pada tanggal 20 Mei 2015, 22 : 55 WIB
- Wara.Dyah.2008. https://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj25s-7tprKAhVBGY4KHAYTAbMQFggZMAA&url=http%3A%2F%2Fdigilib.its.ac.id%2Fpublic%2FITS-Undergraduate-16947-2307100113-2307100117-paperpdfpdf.pdf&usg=AFQjCNGss_wVRixrHnMapPB8th-DTKrZPA&sig2=SCAX2wYv4NKUhr1lbJSC6A&bvm=bv.110151844,d.c2E, diakses pada tanggal 05 juni 2015, 21 : 23 WIB

LAMPIRAN
GAMBAR – GAMBAR



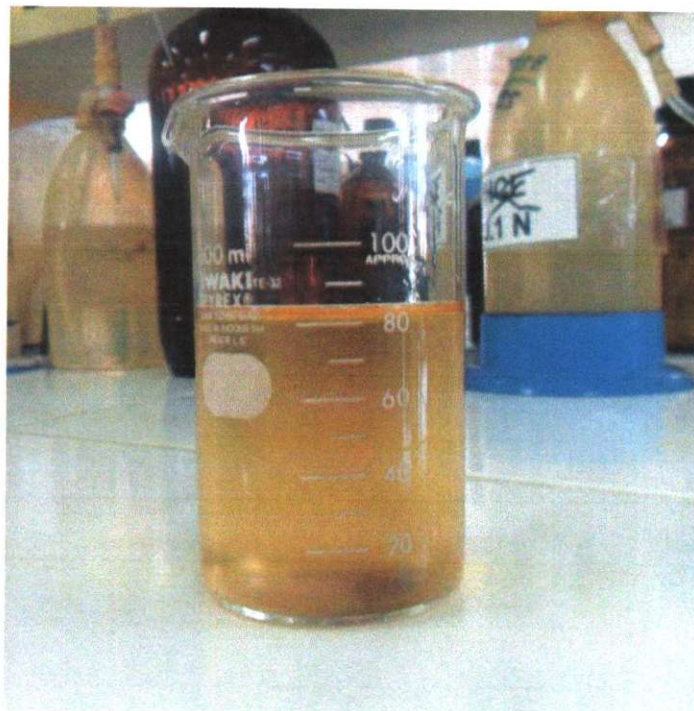
Proses Transesterifikasi



Metil Ester + Gliserol



Metil Ester



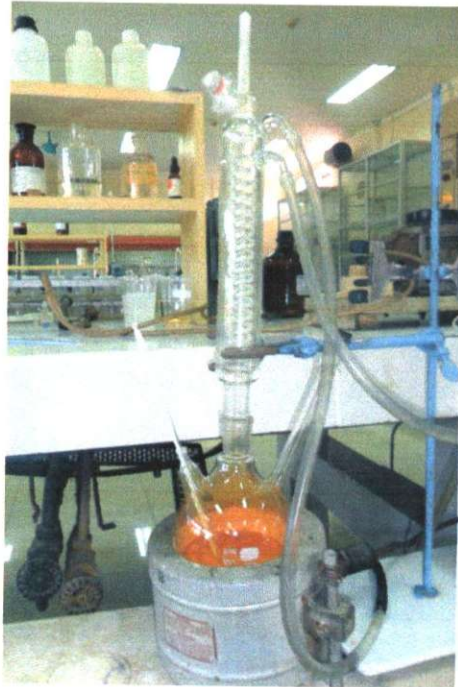
Gliserol



**Pencampuran Larutan H_2SO_4 + HNO_3 dan Metil Ester
didalam wadah es**



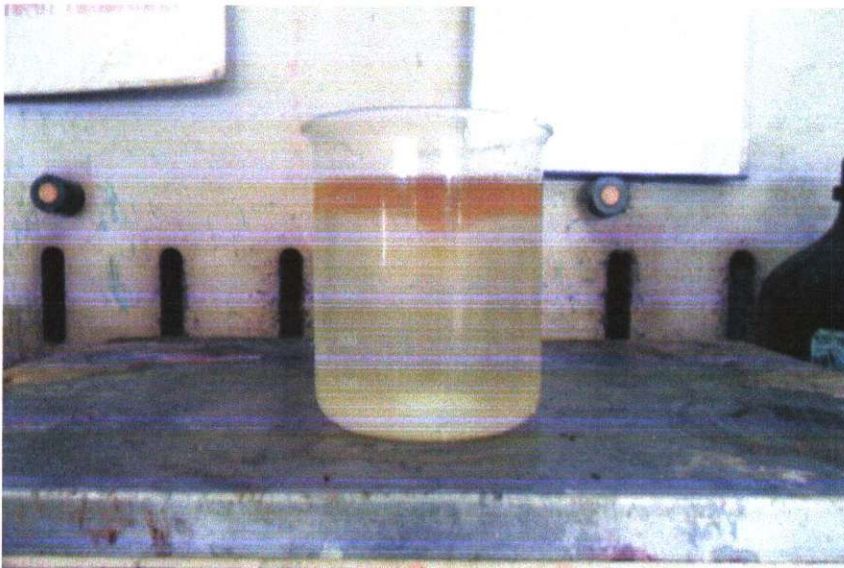
**Hasil dari pencampuran larutan H_2SO_4 + HNO_3 dan metil ster didalam
wadah es sebelum direfluks**



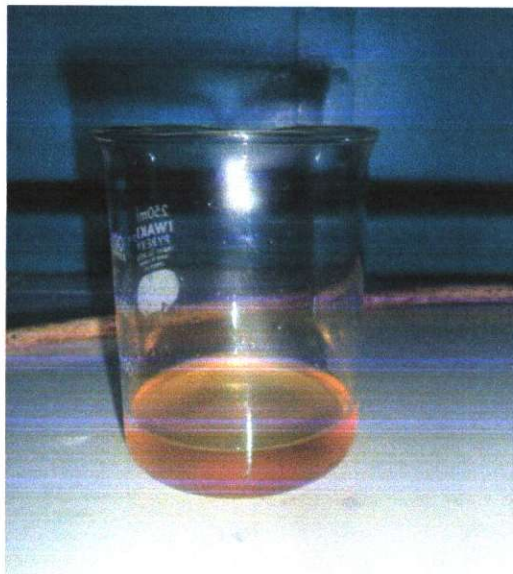
Proses Refluks antara larutan H_2SO_4 + HNO_3 dan metil ster



Hasil dari proses refluks antara larutan H_2SO_4 + HNO_3 dan metil ester



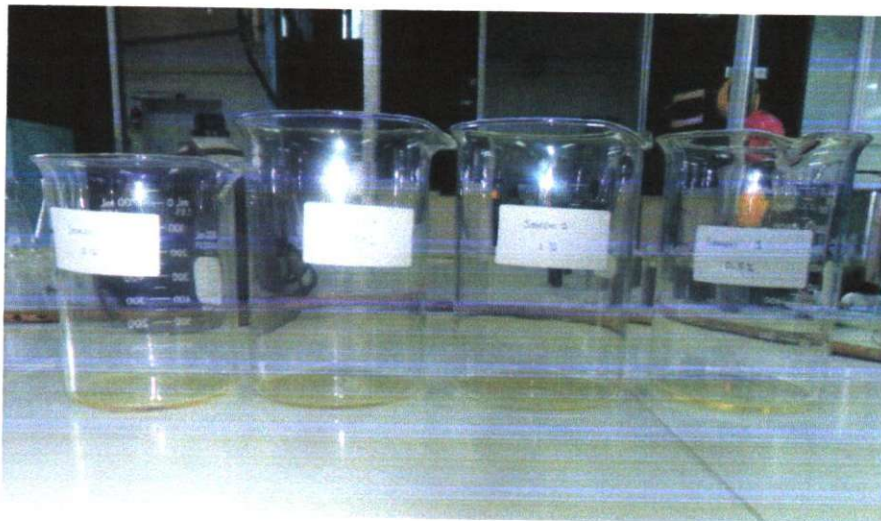
Produk yang dihasilkan yaitu Metil Ester Nitrat



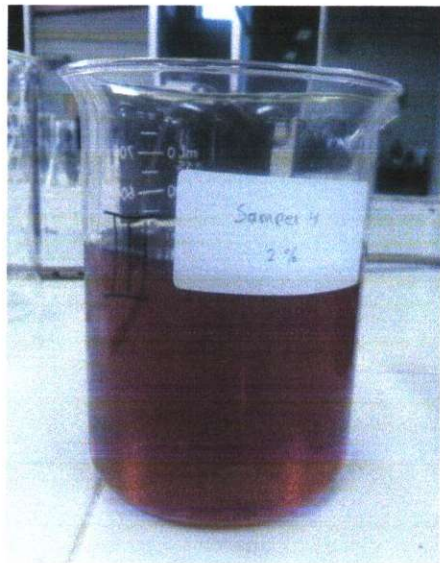
Produk yang dihasilkan yaitu Metil Ester Nitrat



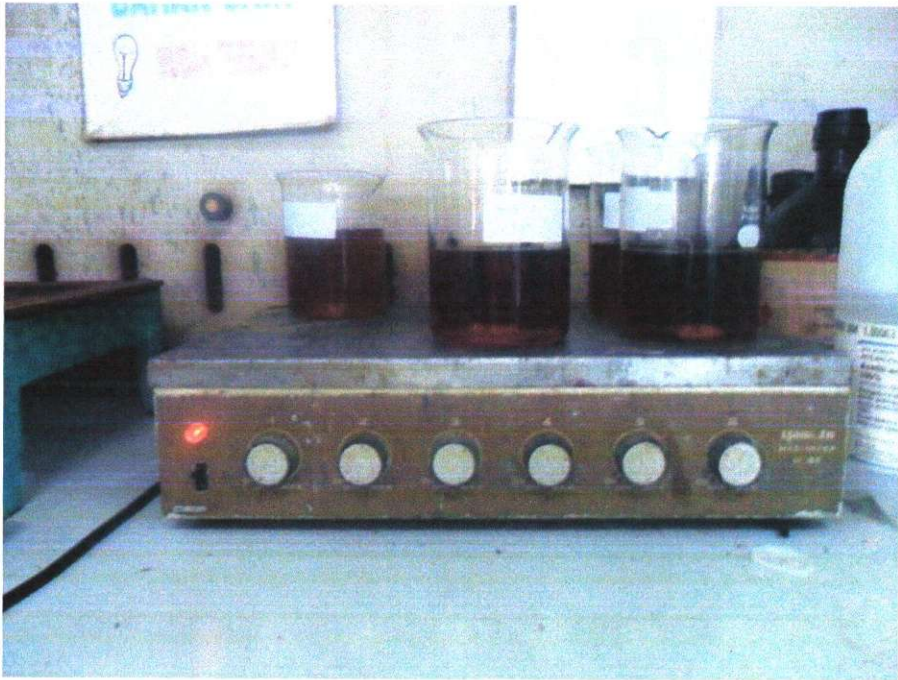
Solar yang digunakan untuk Blanko dan Blending dengan aditif metil ester nitrat



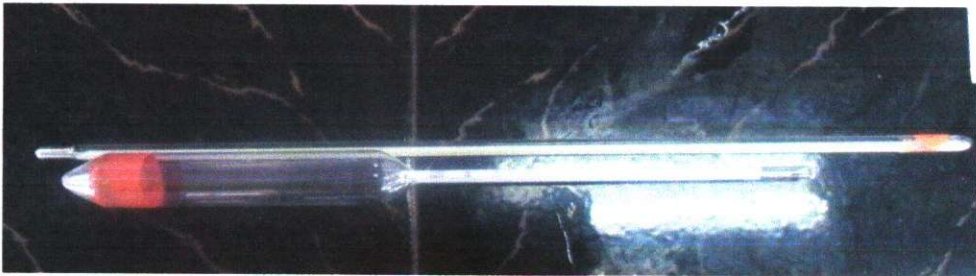
Variasi volume dari aditif metil ester nitrat



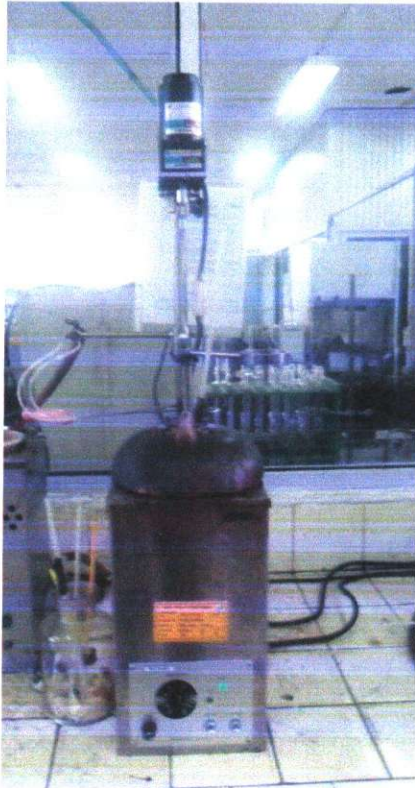
**Campuran antara solar dan aditif metil ester nitrat
(Proses Blending)**



Proses Pengadukan



Alat Hidrometer dan Termometer



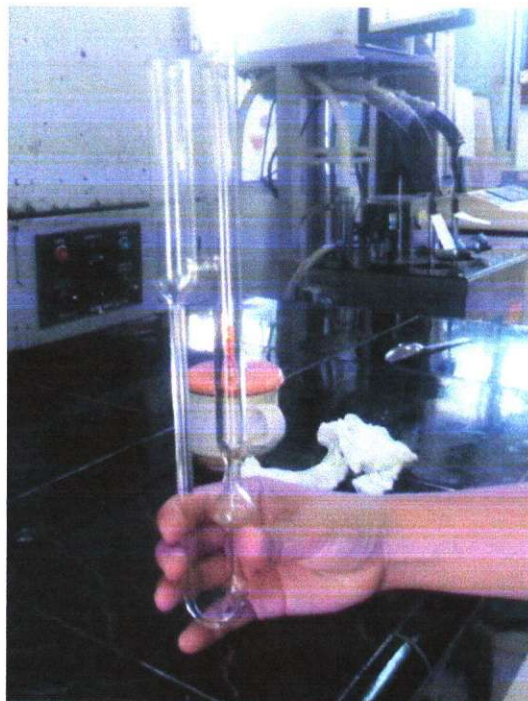
Alat Flash Point



Alat Distilasi



Alat Viskometer Kenematik



Tabung Viskometer



Alat untuk mengukur water content

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Aprilian Purwandono

NIM : 12.2013.0598

Judul : Pembuatan : Aditif Metil Ester Alifatik dan

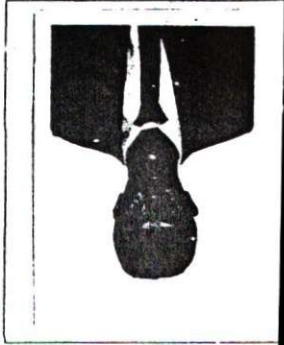
Untuk Meningkatkan Cetane Number dan

Cetane Index Pada Bahan Bakar Solar

osen Pembimbing

1. : Dr. Ir. Elridah, M.T.

2. : Netty Herawati, S.T., M.T.



No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Pembimbing I	Pembimbing II
	Gat I Gat II Gat III	Perbaikan foto beberapa gambar dan huruf metode dan prosedur Gat I Gat II Gat III	24/10/05	[Signature]	[Signature]
	[Signature]	tabel rencana penelitian yg sangat & mudus & dapat dioperasikan fungsi pemeriksaan	29/10/05	[Signature]	[Signature]
	[Signature]	perbaikan metode penelitian dan komposisi tabel	[Signature]	[Signature]	[Signature]