

# **KAJIAN MENGENAI ALIRAN FLUIDA YANG TERJADI KETIKA PROSES PENCAMPURAN DAN PENGADUKAN PADA PEMBUATAN BIODISEL**

*Frida Amriyati Azzizzah*

## **ABSTRAK**

Berdasarkan pertimbangan lingkungan dan kebijakan-kebijakan lain, penggunaan biomassa sebagai sumber energi di dunia menunjukkan kecenderungan meningkat. Biomassa dapat diartikan sebagai limbah organik padat yang timbul sebagai akibat kegiatan pertanian, perkebunan maupun kehutanan. Pemanfaatan biomasa tersebut merupakan salah satu pilihan strategis dalam pengurangan pemanasan global karena gas rumah kaca, misalnya karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Indonesia juga memiliki cadangan batubara yang cukup besar untuk memasok energi selama ratusan tahun. Namun selama ini pemakaian batubara hanya sekitar 14% dari total konsumsi energi nasional. Pemakaian batubara kurang disukai karena batubara mempunyai sifat sulit terbakar, tetapi jika terbakar nyalanya cukup lama. Situasi tersebut mengakibatkan produksi batubara dalam negeri kurang optimal.

Kata Kunci : Limbah Sekam Padi, Fluida, Biodisel, Gas Bakar.

## **1 PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar sebagai penjamin keberlanjutan kehidupan manusia. Peranan energi sangat penting artinya bagi peningkatan kegiatan ekonomi dan ketahanan suatu negara, sehingga pengelolaan energi yang meliputi penyediaan, pemanfaatan dan pengusahannya harus dilaksanakan secara berkeadilan, berkelanjutan, rasional, optimal dan terpadu (Undang-Undang RI No. 30/2007 tentang Energi). Pasokan energi dapat berasal baik dari sumber energi tak terbarukan, sumber energi baru maupun sumber energi terbarukan. Namun demikian, selama ini masyarakat Indonesia lebih banyak tergantung pada sumber energi tak terbarukan (fosil) untuk aktifitas kehidupannya. Walaupun harga bahan bakar minyak dunia akhir-akhir ini dilaporkan cenderung menurun, tetapi upaya pengembangan pemanfaatan sumber energi baru maupun terbarukan tetap harus terus dilanjutkan sebagai antisipasi bila gejolak harga minyak bumi terjadi kembali di masa mendatang.

Berdasarkan pertimbangan lingkungan dan kebijakan-kebijakan lain, penggunaan biomassa sebagai sumber energi di dunia menunjukkan kecenderungan meningkat. Biomassa dapat diartikan sebagai limbah organik padat yang timbul sebagai akibat kegiatan pertanian, perkebunan maupun kehutanan. Pemanfaatan biomasa tersebut merupakan salah satu pilihan strategis dalam pengurangan pemanasan global karena gas rumah kaca, misalnya karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Pemanfaatannya sedemikian sehingga dapat menghasilkan emisi netto  $\text{CO}_2$  rendah karena tanaman “mendaur-ulang” gas tersebut melalui proses fotosintesis. Biomassa sebagai sumber energi berpotensi pula meningkatkan kegiatan ekonomi terutama sektor pertanian, perkebunan dan kehutanan, dan pada akhirnya meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Diperkirakan saat ini penggunaan sekam padi belum maksimal masih sebatas pada beberapa hal seperti untuk campuran makanan ternak dan bahan bakar pembuatan

batubata, sedangkan produksi padi di Indonesia semakin banyak. Industri penggilingan padi mampu mengolah lebih dari 40 juta ton gabah menjadi beras giling dengan rendemen 66-80%. Bila kondisi ini berjalan sesuai dengan kapasitasnya, terdapat sekam yang dapat mengganggu lingkungan sebesar 8 juta ton.(www.disperindag-jabar.go.id, 2004).

Disisi lain, Indonesia memiliki cadangan batubara yang cukup besar untuk memasok energi selama ratusan tahun. Namun selama ini pemakaian batubara hanya sekitar 14% dari total konsumsi energi nasional. Pemakaian batubara kurang disukai karena batubara mempunyai sifat sulit terbakar,tetapi jika terbakar nyalanya cukup lama. Situasi tersebut mengakibatkan produksi batubara dalam negeri kurang optimal,(www.tekMIRA.esdm.go.id,2007).

Melihat kenyataan diatas, maka ada pemikiran untuk mencampurkan biomassa (ampas aren dan sekam padi) dengan batubara untuk membuat bahan bakar padat buatan berupa biobriket.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Mengingat kompleksnya permasalahan maka dalam penelitian ini didasarkan pada suatu rumusan masalah adalah “Mampukah limbah pertanian yang berupa ampas aren dan sekam padi diolah menjadi bahan bakar? Bagaimanakah karakteristik pembakaran biobriket campuran ampas aren, sekam padi, dan batubara dengan bahan perekat Aspal?”.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian adalah

1. Mengetahui dan mendapatkan kondisi operasi optimal terhadap produksi gasbakar (syngas) pada proses gasifikasi.
2. Mendapatkan produk berupa syngas.
3. Menghidupkan motor bakar empat tak dari syngas yang dihasilkan pada proses gasifikasi.

## **2 LANDASAN TEORI**

### **A. Tinjauan Pustaka**

#### 1. Penjelasan Umum Motor Diesel

##### a. Pengertian Motor Diesel

Motor diesel adalah motor bakar torak yang merupakan salah satu mesin konversi energi, dimana energi thermal diubah menjadi energi mekanik dengan proses pembakaran di dalam silinder. Torak (piston) yang bergerak translasi (bolak-balik) di dalam silinder mengkompresi udara sehingga menaikkan temperatur dan tekanan. Kemudian bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder karena temperatur dan tekanan yang dihasilkan sangat tinggi maka bahan bakar yang disemprotkan akan terbakar dengan sendirinya.

Motor diesel termasuk mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) karena proses pembakaran terjadi di dalam mesin itu sendiri. Bahan bakar untuk diesel adalah minyak bakar jenis menengah atau minyak bakar berat, tergantung dari jenis atau spesifikasi mesinnya. Gas hasil pembakaran yang terjadi di dalam silinder ini akan menggerakkan torak (*piston*).

Torak tersebut dihubungkan dengan poros engkol (*Crank Shaft*). Gerak translasi dari torak ini diubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol. Untuk menyimpan tenaga yang

berupa gerak rotasi maka dipasang roda penerus (*Flying Wheel*) pada poros engkol, begitulah seterusnya jika motor tersebut dihidupkan dan terjadi pembakaran dalam silinder.

b. Prinsip Kerja Motor Diesel Empat Langkah

Motor diesel 4 langkah adalah motor yang setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol. Selama empat kali langkah torak tersebut mengalami empat proses, yaitu langkah hisap, kompresi, usaha dan buang. Rangkaian proses dan langkah-langkah torak setiap siklus kerjanya adalah sebagai berikut:

1) Langkah Hisap.

Pada saat torak bergerak dari TMA menuju ke TMB udara segar dihisap ke dalam silinder. Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, masuknya udara segar disebabkan adanya tekanan udara luar (*atmospheric pressure*). Pada motor diesel pada waktu langkah hisap yang dihisap bukan campuran bahan bakar solar dengan udara, namun hanya udara segar saja. Kemudian udara segar ini akan dikompresikan di dalam silinder

2) Langkah Kompresi

Pada langkah kompresi, piston bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas. Pada saat ini kedua katup tertutup. Udara yang dihisap selama langkah hisap ditekan sampai tekanannya naik sekitar  $30 \text{ kg/cm}^2$  ( 427 psi, 2.942 kpa) dengan temperatur sekitar  $500 - 800^\circ\text{C}$  ( 932 - 1472  $^\circ\text{F}$ ). Poros engkol berputar satu kali, ketika torak mencapai TMA.

3) Langkah Usaha

Pada langkah usaha, katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup, torak bergerak dari TMA menuju TMB, poros engkol berputar  $180^\circ$ . pada langkah ini bahan bakar disemprotkan.

4) Langkah Buang

Pada langkah buang, katup buang terbuka dan gas hasil pembakaran dikeluarkan melalui katup buang pada saat piston bergerak menuju TMA. Gas akan terbuang habis pada saat piston mencapai TMA dan setelah itu proses dimulai lagi dengan langkah hisap. Selama mesin menyelesaikan empat langkah ( hisap, kompresi, pembakaran, buang ) poros engkol berputar dua kali dan menghasilkan satu tenaga. Ini disebut dengan siklus diesel.



a. Langkah Hisap    b. Langkah Kompresi    c. Langkah Usaha    d. Langkah Buang

Gambar 1. Prinsip Kerja Mesin 4 Langkah ( Wiranto Arismunandar, 1973 : 10 )

5) Sistem Bahan Bakar.

Sistem bahan bakar adalah sistem penyaluran bahan bakar dari tangki bahan bakar sampai masuk ke dalam silinder. Bahan bakar dari *fuel tank* dihisap melalui *water*

*separator* dan *fuel filter* oleh pompa pemberi yang terdapat di dalam pompa injeksi. *Feed pump* selain berfungsi menghisap bahan bakar dan menekannya ke dalam *pump body*, juga menyirkulasikan bahan bakar untuk melumasi bagian – bagian pompa yang bergerak.

Plunyer pompa mengatur kuantitas dan membagi bahan bakar dengan tekanan tertentu secara tepat sesuai dengan urutan penyemprotan ke semua nosel, di mana bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran. Kelebihan bahan bakar dari pompa injeksi dan nosel akan kembali ketangki bahan bakar melalui *over flow screw* dan *over flow pipe*.

Sirkulasi bahan bakar seperti ini berfungsi untuk mendinginkan dan melumasi bagian – bagian pompa yang bergerak, juga menghangatkan bahan bakar di dalam tangki bahan bakar untuk mencegah terjadinya pengentalan bahan bakar di waktu bahan bakar dingin.

#### 6) Pendinginan

Temperatur gas pembakaran dalam ruang bakar dapat mencapai 2000 °C atau lebih. Jika panas logam mesin mencapai 2000 °C atau lebih akan merusak mesin, temperatur dinding silinder sekitar 260 °C. Temperatur tinggi juga akan menghilangkan kemampuan pelumasan oli. Untuk mencegah kerugian tersebut, sistem pendingin akan memindahkan panas ke udara bebas. Sebagai perantara pemindahan panas (cairan pendingin) yang biasanya digunakan adalah air.

#### 7) Putaran Mesin

Putaran mesin adalah tenaga yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Bentuk dari tenaga tersebut adalah putaran yang terjadi pada poros engkol. Kecepatan mesin yang dimaksud adalah kecepatan torak atau kecepatan putar dan dinyatakan dalam satuan *rotation per minute* (rpm).

Wiranto Arismunandar ( 1976 : 4 ) mengemukakan tentang putaran mesin diesel sebagai berikut :

Pengelompokan motor diesel ke dalam golongan motor diesel putaran tinggi, putaran sedang dan putaran rendah tidak begitu jelas. Tetapi tidak ada salahnya apabila di sini ditetapkan bahwa golongan putaran rendah mencakup mesin dengan kecepatan putar poros engkol lebih rendah dari pada 500 rpm, putaran sedang untuk kecepatan putar antara 500 sampai 1000 rpm, dan putaran tinggi untuk putaran poros engkol lebih tinggi dari pada 1000 rpm.

Putaran mesin pada mesin diesel dipengaruhi beberapa faktor. faktor-faktor tersebut antara lain :

#### a) Pemasukan bahan bakar

Jumlah pemasukan bahan bakar yang dilakukan dengan menekan pedal gas akan menyebabkan kenaikan tenaga ledakan dalam silinder, sehingga meningkatkan tenaga mesin yang ditandai dengan naiknya putaran mesin.

#### b) Homogenitas bahan bakar

Campuran bahan bakar dan udara yang sempurna dengan perbandingan yang sesuai (homogenitas) sekitar 14,8 : 1 akan membuat mesin lebih bertenaga dan tidak tersendat-sendat.

#### c) Kompresi

Perbandingan kompresi pada mesin diesel sangat berpengaruh pada kesempurnaan pembakaran, sehingga menghasilkan tenaga yang optimal dan

menghasilkan putaran mesin yang maksimal. Yaitu, perbandingan kompresi sekitar 15 : 1 sampai 22 : 1.

d) Sistem pelumasan

Kualitas dari pelumas yang digunakan pada mesin dapat mempengaruhi putaran mesin, karena pelumas inilah yang berperan dalam melumasi komponen yang bergesekan dalam sebuah proses penyaluran energi mekanis pada mesin kendaraan. Jika pelumas tidak bekerja maksimal maka akan terjadi gesekan antar komponen yang akan menyebabkan panas dan keausan yang menyebabkan gangguan pada putaran mesin.

## 2. Bahan Bakar Alternatif

Dengan semakin menipisnya cadangan energi fosil dan semakin meningkatnya kebutuhan bahan bakar, termasuk minyak diesel, pemikiran mengenai sumber energi yang terbarukan serta *diversifikasi* energi semakin berkembang. Saat ini bahan bakar alternatif yang banyak digunakan adalah minyak lemak.

Minyak lemak merupakan bahan bakar terbarukan, karena berasal dari tumbuh-tumbuhan. Tak kurang dari 50 jenis tumbuhan bisa diolah menjadi sumber bahan bakar alami (BBA) contoh yang populer adalah sawit, kelapa, jarak pagar, dan kapok atau randu. Minyak lemak dibedakan menjadi tiga macam yaitu minyak lemak mentah (*crude fatty oil/crude vegetable oil*), minyak-lemak semi mulus (*semi refined fatty oil*), dan Biodiesel *methyl ester* (BME) atau biasa disebut Biodiesel

### 1) Minyak lemak mentah.

Minyak lemak mentah adalah minyak lemak yang diperoleh dari pemerahan atau pengempaan biji sumber minyak (*oilseed*) tanpa mengalami pengolahan lanjut apa pun, kecuali penyaringan dan pengeringan (untuk menurunkan kadar air). Dua faktor yang secara dini dapat diantisipasi para ahli akan berdampak negatif pada penggunaan minyak lemak mentah sebagai bahan bakar mesin diesel adalah :

- (a) Minyak lemak mentah selalu mengandung sejumlah kecil fosfor, terutama dalam bentuk senyawa-senyawa yang oleh para ahli kimia minyak lemak disebut *fosfolipid*. Beberapa minyak mentah bisa mengandung fosfor sampai ratusan bagian per juta (*part per milliom/ppm*). Pembakaran dalam mesin diesel akan mengubah fosfor ini menjadi garam atau asam fosfat, yang kemudian mengendap sebagai kerak di dalam kamar pembakaran atau terbawa keluar sebagai pencemar udara oleh emisi gas buang.
- (b) Minyak lemak mentah selalu mengandung asam-asam lemak bebas (*free fatty acids*). Penyimpanan dan penanganan yang kurang cermat terhadap biji sumber minyak dari sejak dipanen sampai siap diperah bisa mengakibatkan minyak lemak hasil pemerahan berkadar asam lemak bebas tinggi (angka asam >2 mg-KOH per gram minyak). Asam lemak bebas bersifat korosif sehingga akan merusak berbagai komponen mesin diesel, yaitu cepat berkarat.

Berbagai uji coba yang dilakukan para ahli menyatakan minyak lemak mentah sangat tidak layak jika secara langsung dijadikan bahan bakar mesin diesel, kecuali kalau terbukti rendah kadar fosfor dan asam lemak bebas. Fosfor yang merugikan ini dapat disingkirkan dari minyak lemak dengan pengolahan yang disebut penyingkiran getah (*degumming*). Sedangkan asam-asam lemak bebas dapat dihilangkan dengan dua cara alternatif, yaitu netralisasi dan pemulusan dengan kukus (*steaming refining*).

### 2) Minyak lemak semi mulus

Minyak lemak yang telah dibersihkan dari fosfor dan asam-asam lemak bebas disebut minyak lemak semi mulus (*refined fatty oil*). Minyak lemak pangan mulus adalah yang dikenal khalayak ramai dengan sebutan minyak goreng. Dalam komunitas peneliti dan pengembang bahan bakar mesin diesel, minyak lemak mulus dan semi mulus disebut *straight vegetable oil (SVO)*. Jadi *straight rapeseed oil, straight soybean-oil, straight palm oil, straight jatropha oil* mestinya adalah minyak-minyak lemak yang paling sedikitnya semimulus

Percobaan demi percobaan penggunaan aneka minyak lemak semimulus atau SVO sebagai bahan bakar mesin diesel telah banyak dilakukan di negara-negara barat sejak akhir dekade 1970-an. Pada umumnya hasil-hasil aneka uji coba tersebut, mesin-mesin yang berbahan bakar SVO menunjukkan performa atau unjuk kerja yang memuaskan jika pengujian dilakukan dalam jangka waktu pendek (beberapa puluh jam).

Akan tetapi, jika uji coba dilanjutkan sampai berjangka waktu panjang (ratusan sampai ribuan jam), akan timbul berbagai permasalahan atau kerusakan berat pada mesin. Kerusakan itu bisa berupa penyumbatan injektor bahan bakar, degradasi pelumas mesin, hingga pelengketan cincin torak (*piston ring*). Emisi beberapa zat pencemar udara di dalam gas buang mesin diesel berbahan bakar SVO juga lebih besar dari mesin berbahan bakar solar. NO<sub>x</sub> dan aldehid adalah dua zat pencemar udara yang peningkatan emisinya paling menonjol.

Dua ahli bahan bakar hayati dari Departemen Pertanian Amerika Serikat, Gerhard Knothe dan Robert O. Dunn, di dalam tinjauan komprehensif berjudul "*Biofuels derived from vegetable oils and fats*" (2001) mengemukakan, dua aldehid yang terdapat dalam emisi gas buang mesin diesel berbahan bakar SVO adalah formaldehid dan akrolein (propenal).

Kebanyakan ahli bahan bakar hayati berpendapat, dampak negatif penggunaan SVO sebagai bahan bakar di dalam mesin diesel tersebut di atas disebabkan tiga faktor, yaitu SVO memiliki kekentalan (viskositas) yang jauh lebih besar dari minyak/solar. Pompa penginjeksi bahan bakar di dalam mesin diesel tak mampu melakukan pengabutan (*atomization*) yang baik saat SVO disemprotkan ke ruang pembakar.

Kebanyakan SVO memiliki angka setana (*cetane rating*) yang rendah, yaitu 32-40. Angka setana adalah tolok ukur kemudahan menyala/terbakar dari suatu bahan bakar di dalam mesin diesel. Ada dua cara alternatif yang bisa ditempuh untuk mengatasi hambatan-hambatan terhadap pemanfaatan SVO sebagai bahan bakar mesin diesel yang telah diuraikan di atas. Kedua cara tersebut adalah :

- Memodifikasi (mengubah) mesin diesel agar dapat menggunakan langsung SVO sebagai bahan bakar (kata *straight* pada istilah SVO sebenarnya adalah sinonim dari *unmodified*).
- Modifikasi SVO (atau minyak lemak) agar sesuai dengan persyaratan bahan bakar mesin-mesin diesel yang lazim (sudah banyak tersedia). Modifikasi ini bertujuan mengubah minyak-lemak menjadi bahan bakar yang berberat molekul lebih kecil, kekentalannya hampir sama dengan minyak diesel (solar) dan berangka setana besar. Biodiesel *methyl ester* adalah contoh produk modifikasi yang dewasa ini paling populer dan masyarakat biasanya menyebut sebagai Biodiesel.

### 3) Biodiesel *Methyl ester*

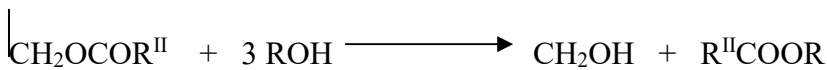
Pada dekade terakhir Biodiesel banyak diproduksi dan dipasarkan oleh negara-negara Eropa, Amerika dan Asia. Beberapa negara di Amerika Serikat dan Eropa telah mengembangkan bahan bakar dari minyak tumbuhan yang telah dikonversi menjadi

bentuk *metyl ester* asam lemak, Negara-negara di Eropa umumnya menggunakan Biodiesel yang terbuat dari minyak *Rapeseed*, sedangkan Amerika Serikat menggunakan biodiesel yang berbahan baku kedelai (*soybean*).

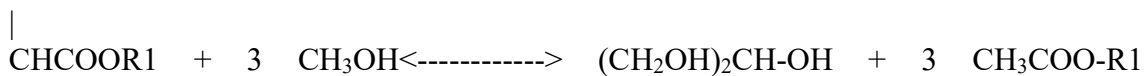
Biodiesel adalah bahan bakar alternatif pengganti minyak solar (*petrodiesel*) pada motor diesel, Biodiesel merupakan bahan bakar cair yang diformulasikan khusus yang terbuat dari minyak lemak, atau minyak nabati (*bio-oil*) tanpa perlu adanya modifikasi mesin dieselnnya. Untuk pemakaian Biodiesel bisa “*pure Biodiesel*” maupun sebagai substitusi pada petro diesel, dengan campuran 5 sampai 20 %.

Biodiesel dihasilkan dari proses transesterifikasi (*transesterification*) antara minyak nabati, alkohol dan katalis dengan komposisi 80-90% minyak nabati, 10-20% methanol, 0.3%-1.5% katalis dari asam kuat ataupun basa kuat (KOH dan NaOH). Transesterifikasi adalah suatu proses transformasi dari satu tipe *ester* ke tipe *ester* yang lain yang pertama kali dipraktekkan oleh ilmuwan E. Duffy dan J. Patrick.

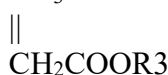
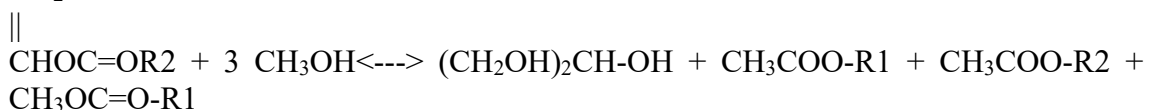
Ester sendiri merupakan rantai hidrokarbon yang membentuk ikatan dengan molekul yang lain seperti reaksi di bawah ini :



Untuk reaksi lengkapnya dapat dilihat seperti ini :



Dari reaksi diatas dapat dijabarkan lagi menjadi :



Triglyceride + methanol  $\langle \text{-----} \rangle$  Glycerol + Esters (Biodiesel)

R1, R2, R3 : grup Alkyl

Dari reaksi diatas dapat dilihat bahwa terdapat kelebihan atom oksigen pada Biodiesel, sehingga Biodiesel dapat dikatakan sebagai bahan bakar yang bersifat oksigenat. Dan karena sifat tersebut maka Biodiesel memiliki kemampuan untuk mengikat molekul karbon monoksida (CO) menjadi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Methanol yang digunakan sebagai bahan pencampur minyak nabati menghasilkan reaksi yang lebih stabil dibandingkan jenis alkohol lain

Untuk proses produksi Biodiesel (B100) dapat dijelaskan pada langkah-langkah dibawah ini:

a) *Mixing of alcohol and catalyst.*

Katalisator di sini adalah ,menggunakan asam atau basa kuat seperti natrium hidroksida (Na OH) dan kalium hidroksida (KOH). Pencampuran antara katalis dan alcohol tersebut menggunakan mixer.

b) *Reaction*

Campuran alcohol dan katalis kemudian dimasukkan kedalam bejana reaksi tertutup dan minyak atau gemuk ditambahkan kedalam bejana tersebut.reaksi ini dilakukan secara tertutup untuk mencegah hilangnya alcohol.suhu dijaga diatas titik didih alcohol sekitar ( 1600 F ) untuk mempercepat ketika reaksi berlangsung.

Waktu yang direkomendasikan pada saat reaksi bervariasi antara 1 sampai 8 jam pada suhu kamar. Kelebihan alcohol secara normal digunakan untuk memastikan total konversi yang gemuk atau esters yang didapat. Tingkat zat asam yang mengandung gemuk atau permukaan air terlalu tinggi mungkin menyebabkan permasalahan terhadap pemisahan gliserine atau sabun sebagai hasil sampingan

c) *Separation*

Ketika reaksi sudah lengkap, dua produk utama yaitu gliserin dan Biodiesel dapat dibedakan. Masing-Masing mempunyai kelebihan substansi jumlah metanol yang telah digunakan di dalam reaksi . Campuran tersebut kadang-kadang dinetralkan jika diperlukan. Gliserin jauh lebih tebal dibanding Biodiesel.untuk memisahkan gliserine dan Biodiesel menggunakan mesin pemisah agar pemisahan dapat berjalan dengan cepat.

d) *Alcohol removal*

Ketika gliserin dan Biodiesel telah dipisahkan, kelebihan alcohol pada setiap tahap dipindahkan dengan suatu proses penguapan atau penyulingan. Di sistem lain, alcohol dipindahkan dan campuran dinetralkan sebelum gliserin dan esters dipisahkan. Pada kasus ini alcohol dilindungi menggunakan peralatan penyulingan dan bisa digunakan kembali pada tahap ini diperlukan Kepedulian untuk memastikan air tidak bercampur dengan alcohol.

e) *Glycerin Neutralization*

Hasil sampingan Gliserin berisi sabun dan katalisator yang tak terpakai yang telah dinetralkan dengan asam dan disimpan sebagai gliserin mentah . Air Dan Alko0hol dipindahkan untuk menghasilkan 80-88% gliserin murni yang siap untuk dijual sebagai gliserin kasar. Di dalam proses produksi yang lebih canggih, 99% gliserin dapat disaring untuk produk kosmetik dan farmasi.

f) *Methyl Esther Wash*

Ketika Biodiesel dan gliserine telah dipisahkan, Biodiesel kadang-kadang dibe0rsihkan lagi dengan pencucian menggunakan air hangat untuk memindahkan sabun atau katalisator yang tersisa. Dalam beberapa proses langkah ini adalah tak perlu. Secara normal ujung proses produksi menghasilkan suatu amber-yellow cairan jelas



bersih dengan sifat serupa petrodiesel. Dalam proses yang lain, Biodiesel disaring untuk menghilangkan sejumlah warna agar menghasilkan suatu Biodiesel tanpa warna

g) *Product Quality and Registration.*

Sebelum penggunaan sebagai bahan bakar komersil, Biodiesel yang selesai harus dianalisa menggunakan suatu alat sesuai standard spesifikasi ASTM. semua Biodiesel yang diproduksi harus terdaftar dalam Unites States Environmental Protection Agency (EPA).

Di Indonesia konsep awal Standar Syarat Mutu Biodiesel disiapkan oleh Forum Biodiesel Indonesia yang diajukan ke Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi yang kemudian menindaklanjuti dengan membentuk Kelompok Kerja Panitia Teknis Perumus Rancangan Standar Nasional Indonesia Bidang Biodiesel melalui Keputusan Ketua Ex Officio Panitia Teknik Energi Baru dan Terbarukan No.01/KK-Pantek/IV/2005

Standar Syarat Mutu Biodiesel disusun dengan memperhatikan standar sejenis yang sudah berlaku di luar negeri seperti di Amerika Serikat menggunakan ASTM D 6751 dan EN 14214:2002 (E) Untuk Negara Uni Eropa. Parameter awal digunakan biodiesel methyl ester murni (B100) dengan standard ASTM D 6751. Parameter-parameter itu meliputi :

1. *Complete Reaction*
2. *Removal of Glycerin*
3. *Removal of Catalyst*
4. *Removal of Alcohol*
5. *Absence of Free Fatty Acids*

Untuk tabel spesifikasi lengkap Biodiesel methyl ester B100 dapat dilihat di [www.astm.org](http://www.astm.org) atau dapat lihat pada ASTM D 6751 seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Biodiesel *Methyl Ester* (B100)

\* dapat diuji terpisah dengan kadungan sedimen maksimum 0.01 %-vol

$$** \text{ Kadar ester (\% massa)} = \frac{100(A_s - A_a - 4,57G_{tl})}{A_s}$$

dengan pengertian:

$A_s$  adalah angka penyabunan yang ditentukan dengan metoda AOCS Cd 3-25,mg KOH/g Biodiesel

$A_a$  adalah angka asam yang ditentukan dengan metoda AOCS Cd 3d-63 atau ASTM D-664,mg KOH/g biodiesel.

$G_{tl}$  adalah kadar gliserol total dalam Biodiesel yang ditentukan dengan metoda Ca 14-56, %-massa.

( Sumber : [www.astm.org](http://www.astm.org) )

Philip Kristanto ( 2003:101 ) mengatakan bahwa “Bio-diesel memiliki kandungan energi lebih kurang sebesar 37 MJ/kg, sedang minyak diesel memiliki kandungan energi sebesar 42 MJ/kg, sehingga performasi Biodiesel tidak berbeda jauh dengan minyak diesel konvensional. Titik nyala (flash point) Biodiesel 33 °C, lebih rendah dibandingkan dengan minyak diesel (solar) yang mempunyai titik nyala 65.5° C, hal ini mengakibatkan periode penyalaan yang lebih pendek, pembakaran berlangsung lebih awal yang pada akhirnya akan berdampak pada naiknya temperatur dan tekanan pada ruang bakar.

Tabel 3. Perbandingan Biodiesel dan Solar

Fisika Kimia	Biodiesel	Solar
Kelembaban	0,1	0,3
Engine power	Energi yang dihasilkan 128.000 BTU	Energi yang dihasilkan 130.000 BTU
Engine Torque	Sama	Sama
Modifikasi Engine	Tidak diperlukan	-
Konsumsi bahan bakar	Sama	Sama
Lubrikasi	Lebih tinggi	Lebih rendah
Emisi	CO rendah, total hidrokarbon sulfur dioksida, dan nitroksida	CO rendah, total hidrokarbon sulfur dioksida, dan nitroksida
Penanganan	Flameable lebih rendah	Flameable lebih tinggi
Lingkungan	Toxitas rendah	Toxitas 10 kali lebih tinggi
Keberadaan	Terbarukan (renewable)	Tidak terbarukan

(sumber : *EI NEWS Edisi 12 Tahun IV, Desember 2002-Januari 2003*)

Bio-diesel memiliki angka cetane (*cetane index*) 52.12, lebih tinggi dibandingkan minyak diesel (solar) yang memiliki angka cetane 48, sehingga memiliki kemampuan untuk mengurangi terjadinya detonasi pada motor diesel. Biodiesel memiliki kandungan sulfur yang rendah atau bisa dikatakan bebas dari sulfur karena dihasilkan dari produk pertanian.

“Hasil uji emisi rata - rata road test Biodiesel pada mobil non- AC dengan campuran 30 persen Biodiesel ( B30 ) terjadi penurunan polutan HC, CO > jmp 2008 mh 7028 m, 0w 7028 m < 2 > jmp 0mh 9738 m, 0w 9738 m < , Nox, dan kadar asap antara 19 hingga 57 persen”.  
(<http://www.fierna.com/peluang%20Kemitraan%20Bersama%20Fierna.htm>)

Biodiesel menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan minyak solar, sehingga dengan penggunaan Biodiesel dapat mengurangi emisi gas Karbon Monoksida (CO), Hidrocarbon (HC), Partikulat Matter (PM), asap dan sebagainya. Adapun perbandingan emisi antara Biodiesel dengan solar dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Perbandingan Emisi Biodiesel dan Solar

Properti	Satuan	Biodiesel	Solar	Perbedaan
SO <sub>2</sub>	Ppm	0	78	-100
CO	Ppm	10	40	-75
NO	Ppm	37	64	-42
NO <sub>2</sub>	Ppm	1	1	0

O <sub>2</sub>	%-b	6	6.6	-9
Total Partikulat	Mg/Nm <sup>3</sup>	0.25	5.6	-96
Benzen	Mg/Nm <sup>3</sup>	0.3	5.01	-99.9
Toluen	Mg/Nm <sup>3</sup>	0.57	2.31	-99.9
Xylene	Mg/Nm <sup>3</sup>	0.73	1.57	-99.9
Etilbenzen	Mg/Nm <sup>3</sup>	0.3	0.73	-59

(Sumber: *EI NEWS Edisi 12 Tahun IV, Desember 2002-Januari 2003*)

Bahan baku Biodiesel yang mudah didapat adalah minyak sawit dan kelapa, maka penelitian penelitian yang telah dilakukan menggunakan minyak tersebut. Minyak lemak yang relatif mudah didapat merupakan minyak pangan (*edible oil*), maka harganya sangat ditentukan tingkat permintaan di sektor pangan nasional atau dunia yang terus meningkat.

Salah satu sumber minyak nabati yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan Biodiesel adalah biji jarak pagar (*Jatropha curcas Linneaus*). Hal ini dikarenakan minyak jarak pagar tidak termasuk dalam kategori *edible oil*. Dengan demikian, pemanfaatan minyak jarak pagar sebagai bahan Biodiesel tidak akan mengganggu stok minyak pangan nasional, kebutuhan industri oleokimia, dan ekspor CPO.

Komposisi biaya bahan dalam biaya produksi Biodiesel mencapai 60-80%. Akibatnya, sebaiknya bahan yang menjadi tulang punggung industri Biodiesel adalah minyak nonpangan Berdasarkan hal ini, Direktorat Pengembangan Perkebunan Departemen Pertanian telah membuka kebun percobaan jarak pagar seluas 5 hektar di Lombok Timur. Di samping itu, sebagian masyarakat di Sumbawa Barat telah mulai mencoba perkebunan jarak pagar secara swadaya kurang lebih seluas 10 hektar. (Pikiran Rakyat, 21 Juli 2005)

Jarak pagar memiliki sistem perakaran yang mampu menahan air dan tanah sehingga tahan terhadap kekeringan serta berfungsi sebagai tanaman penahan erosi. Jarak pagar dapat tumbuh pada berbagai ragam tekstur dan jenis tanah, baik tanah berbatu, tanah berpasir, maupun tanah berlempung atau tanah liat. Di samping itu, jarak pagar juga dapat beradaptasi pada tanah yang kurang subur atau tanah bergaram, memiliki drainase baik, tidak tergenang, dan PH tanah berkisar antara 5,0 – 6,5.

Bahan baku solar adalah hidrokarbon yang mengandung 8-10 atom karbon per molekul. Sementara hidrokarbon pada minyak jarak pagar adalah 16-18 atom karbon per molekul sehingga viskositas (kekentalan) minyak jarak lebih tinggi dan daya pembakarannya sebagai bahan bakar masih rendah. Agar minyak jarak dapat digunakan sebagai bahan bakar, dilakukan proses transesterifikasi. Transesterifikasi, yang dilakukan menggunakan alkohol (seperti metanol) akan mengubah trigliserida menjadi metil ester, bertujuan menurunkan kekentalan minyak jarak dan meningkatkan daya pembakaran sehingga dapat digunakan sesuai standar minyak diesel untuk kendaraan bermotor.

Tepat pukul 15.00 wita, tim *Jatropha expedition 2006* tiba di pelabuhan Gilimanok, Bali Selasa lalu. Jarak sekitar 150 Km itu ditempuh dari Sanur, Denpasar tiga jam. Diantara padatnya lalu lintas Denpasar-Gilimanok, sepuluh mobil itu berkonvoi meliuk-liuk. Meski jalan raya lebih banyak naik turun and berkelok-kelok, mobil yang saya tumpangi tak terasa naik turun. Tarikannya stabil. Padahal mobil itu menggunakan bahan bakar minyak jarak (*Jatropha Curcas Linneaus*) (<http://jirovun.blogspot.com/2006/07/habis-solar-terbit-jatropha.html>).

Kegiatan Uji coba dan sosialisasi pemanfaatan bahan bakar biodiesel telah dilaksanakan oleh lembaga-lembaga pemerintah maupun swasta.

Kegiatan uji coba yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi adalah bukan merupakan hal yang baru, karena sudah banyak dilakukan oleh instansi lain baik pemerintah atau swasta. Sampai saat ini tercatat bahwa BPPT, ITB, PPPTMGB Lemigas dan PT Panasonic serta juga perorangan telah melakukan uji coba penggunaan biodiesel pada kendaraan di lingkungan kerjanya. (<http://www.bppt.go.id/> - Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi)

Kusmayanto Kadiman, Menteri Riset dan Teknologi, termasuk orang yang paling beruntung karena bisa menikmati bahan bakar alternatif, biodiesel dan bioethanol dari sekarang. Selain menggunakan biodiesel untuk 30 armada bus kantornya, dia juga menggunakan biodiesel dan bioethanol untuk kendaraan pribadinya. “ Semenjak jadi menteri saya sudah pakai bioethanol untuk mobil bensin dan biodiesel untuk mobil solar,” ujar lelaki kelahiran Bandung 01 Mei 1954 itu. “ kalau mobil lagi dipanasi baunya wangi”, katanya terkesan “Tarikan mobil juga makin halus”. ([www.kontan-online.com](http://www.kontan-online.com))

Dari beberapa kutipan di atas menunjukkan bahwa biodiesel bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar.

### 3. Gas Buang

#### a. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah zat atau unsur hasil dari pembakaran bahan bakar dengan udara di dalam ruang bakar yang dilepas ke udara. Gas buang tersebut menyebabkan polusi udara. Pembakaran bahan bakar pada motor diesel menimbulkan gas buang yang membahayakan antara lain adalah asap hitam (angus), hidrokarbon yang tidak terbakar (UHC), karbon monoksida (CO), dan oksida nitrogen NO dan NO<sub>2</sub> yang biasa dinyatakan dengan NO<sub>x</sub>.

Selain dari komponen tersebut di atas, beberapa hal berikut ini juga merupakan bahaya atau gangguan, meskipun hanya bersifat sementara, yaitu : Asap putih yang terdiri dari kabut bahan bakar atau minyak pelumas yang terbentuk pada waktu start dingin, asap biru yang terjadi karena adanya bahan bakar yang tidak terbakar atau tak terbakar secara sempurna terutama pada periode pemanasan mesin atau pada beban rendah, serta bau yang kurang sedap, merupakan bahaya yang mengganggu lingkungan. Selanjutnya, bahan bakar dengan kadar belerang yang sangat tinggi sebaiknya tidak digunakan karena akan menyebabkan adanya SO<sub>2</sub> di dalam gas buang.

#### b. Asap Hitam

Asap hitam adalah karbon padat (C) yang berdiameter kurang dari 0,1 mikron, akibat proses pembakaran yang tidak sempurna yang berdampak membahayakan lingkungan karena mengeruhkan udara sehingga mengganggu pandangan, membuat mata teriritasi dan dapat menyebabkan sesak napas. Untuk jangka yang lebih lama asap hitam dapat menyebabkan kanker paru- paru.

Asap hitam yang dikeluarkan oleh mesin diesel adalah karbon yang terbentuk semasa pembakaran bahan bakar di dalam mesin diesel. Asap hitam umumnya disebabkan oleh kekurangan udara (air starvation), beberapa kerusakan mekanik seperti kerusakan atau meletusnya injektor, penggunaan bahan bakar dengan titik didih tinggi,

*engine overload*, atau kelebihan bahan bakar pada mesin karena pengabutan yang buruk dan penggunaan bahan bakar dengan kualitas yang rendah.

Proses terjadinya asap hitam berlangsung pada saat pembakaran dalam ruang bakar . Jika butir-butir bahan bakar yang terjadi karena penyemprotan itu terlalu besar atau apabila beberapa butir terkumpul menjadi satu maka, akan terjadi dekomposisi. Dekomposisi menurut Arismunandar (2002 : 12) “akan menyebabkan terbentuknya karbon-karbon padat (*angus*)”.

Hal ini disebabkan karena pemanasan udara yang bertemperatur tinggi, tetapi penguapan dan pencampuran dengan udara yang ada dalam silinder tidak dapat berlangsung sempurna, terutama pada saat-saat dimana terlalu banyak bahan bakar yang disemprotkan, yaitu pada waktu daya mesin diperbesar. Misalnya untuk akselerasi, maka terejadinya *angus* tidak dapat dihindarkan.

Jika *angus* yang terjadi terlalu banyak, gas buang yang keluar dari mesin akan berwarna hitam dan mengotori udara. Batas yang diperbolehkan biasanya dinamai “batas asap”, yaitu salah satu kondisi yang membatasi daya motor diesel.

Asap hitam mengandung butiran-butiran partikel halus dengan ukuran berkisar antara 0,1 mikron sampai dengan 10 mikron. Pada umumnya ukuran partikel sekitar 5 mikron merupakan partikel yang dapat menembus bagian terdalam dari paru-paru dan mengendap di *alveoli*.

Asap hitam yang tebal juga dapat menyebabkan iritasi pada mata dan dapat menghalangi daya tembus pandang mata (*visibility*).

Cara-cara mengurangi asap hitam oleh mesin diesel dapat dilakukan antara lain sebagai berikut : membersihkan, memperbaiki atau mengganti *injector*, servis atau ganti filter udara sekiranya didapati tersumbat atau kotor, periksa pipa, saluran-saluran dan sambungan sekiranya ada halangan dan kebocoran, tentukan *timing injection* menurut spesifikasi mesin, menentukan *grade* dan nilai *cetane* bahan bakar yang benar yang disyaratkan oleh pabrik, penggunaan bahan bakar *non fossil fuel*.

#### 4. Zat Aditif

Pada dasarnya bahan tambah ( zat aditif ) tidak diperlukan apabila bahan bakar yang digunakan cocok dan berkualitas baik. Bahan bakar berkualitas rendah dapat ditingkatkan dengan penambahan zat aditif.

Brady (1996 : 79) mengklasifikasikan bahan tambah kedalam enam jenis:

- a. *Cetane Improves* (peningkat jumlah cetane)
- b. *Emission Control Additives* (aditif yang mengontrol emisi)
- c. *Detergents*
- d. *Combution Improvers* (peningkat pembakaran)
- e. *Smoke Suppresant* (penekan asap)
- f. *Cold Wheather Flow Improvers* (pemercepat aliran pada musim dingin)

Tabel 5 menggambarkan bahan-bahan tambah yang sering digunakan oleh produsen penyuling bahan bakar.

Tabel 5. Tipe dan Fungsi Bahan Tambah Bahan Bakar Diesel

Additive	Type	Function
----------	------	----------

Detergent	Poliglycois, basic nitrogen containing surfactants	Prevent injector deposit, increase injector life.
Disperants	Nitrogen-containing surfactants.	Peptize soot and product of fuel oxidation, increase filter life.
Metal deactifator	Cholating agent	Inhibit gum formation
Rust and corrosion inhibitors	Amines, amine carboxilates and carboxylic acids	Prevent rust and corrosion in pipelines and fuel system.
Cetane improveers	Nitrate esters	Increas cetanee number
Flow improvers	Polymer, wax crystal modifiera	Reduce pour point
Antismoke additive or smoke suppressant	Organic barium coumpond	Reduce exhaust smoke
Oxidation inhibitor	Low-molecular-weight amines	Minimize deposit in filters and injectors
Biocides	Boron coumponds	Inhibit growth of bacteria and microorganisme.

\* No commercial additivea reduce chud point

(sumber : Brady :1996 :80)

*Diesel Fuel Treatment* adalah suatu campuran dari beberapa jenis bahan kimia aktif seperti *Demulsifier*, *Corrosion Inhibitor*, *Detergent Inhibitor*, *Cetane Improver*, *Lubricity agent* dan *Stabiliser agent*. Bahan-bahan kimia ini dicampur dalam satu cairan tetapi tidak boleh bereaksi satu sama lain. Untuk menstabilkan semua unsur-unsur kimia ini, diperlukan suatu Inhibitor yang dapat menjaga agar supaya mereka tidak bereaksi satu sama lainnya.

Fungsi dari tiap-tiap *Additive* yang terkandung adalah sebagai berikut:

a. *Corrosion Inhibitor dan Demulsifier*

Kegunaan utama adalah untuk mencegah karat, kandungan deposit pada tangki, memperpanjang umur filter dan mencegah keausan pada pompa dan injector.

b. *Detergent Inhibitor*.

Kegunaan utama pada bahan kimia ini adalah untuk menghindari penumpukan deposit pada *Injector*, membuat partikel solar lebih halus, mencegah emisi yang berlebihan, mengurangi *particulate matter*, efisiensi bahan bakar, mengurangi asap hitam, mengurangi kebisingan suara mesin, memperkuat pembakaran diruangan bakar dan memudahkan terjadinya pembakaran solar.

c. *Cetane improver*

Kegunaan dari bahan kimia ini adalah untuk meningkatkan *Power out put* mesin, Mengurangi konsumsi bahan bakar, *Cold start*, mesin tidak cepat panas,

mengurangi suara berisik pada mesin dan mengurangi HC, CO, NOx dan *particulates* lainnya.

d. *Lubricity agent*

kegunaannya adalah untuk mencegah terjadinya keausan pada pompa dan nozzle injector.

e. *Stabilizer agent*

Kegunaannya adalah untuk mencegah terjadinya penumpukan deposit pada injector dan pompa, serta mencegah tersumbatnya filter dan mengurangi polusi emisi.

Dengan melihat kegunaan dari semua *additive* yang terkait maka, dapat diambil suatu kesimpulan bahwa dengan menggunakan *Diesel Fuel Treatment* ini akan banyak manfaat yang didapat, terutama pada penghematan bahan bakar dan kebisingan mesin serta menjaga *spareparts* tidak cepat rusak seperti *nozzle* dan pompa yang mahal harganya. Juga tidak dilupakan akan berkontribusi pada pengurangan emisi disekitarnya.

Dalam label produk *Diesel Fuel Treatment* dijelaskan cara pemakaiannya yaitu 1 botol (236mL) untuk tangki dengan kapasitas 40 -60 liter. Berdasarkan hal tersebut maka pemakaian *diesel fuel treatment* sekitar 0,5%..

## 5. Alat Uji Emisi Asap Hitam

Untuk dapat menilai batas asap secara obyektif, maka dianggap perlu mengukur keadaan asap secara kuantitatif. Banyak cara yang dapat digunakan untuk mengukur asap hitam.

Metode pengukuran dengan kertas saringan menurut Bosch, dilakukan dengan mengambil sample gas buang yang dialirkan melalui kertas saringan tertentu. Warna yang terjadi pada kertas saringan itu kemudian dibandingkan dengan beberapa standar warna yang tersedia. Pada metode pengukuran menurut UTAC dan Hatridge, sinar dipancarkan melalui gas buang, kemudian sinar ditransmisikan diukur secara fotolistrik. Metode UTAC memeriksa seluruh gas buang, sedangkan pada metode Hatridge pemeriksaan hanya dilakukan terhadap sebagian gas buang.

Metode *Bosch* di standarisasikan di Jerman, Inggris, dan sebagainya: metode UTAC di Prancis sedangkan *Hartridge* di Inggris dan beberapa negara lainnya, di Amerika Serikat di pakai metode transmisi PHS. Untuk kondisi negara Indonesia pengujian emisi gas buang mesin mobil dilakukan dengan menggunakan *Diesel Smoke Meter* dengan batas ketebalan asap maksimum 50%.

Pada penelitian Pengaruh Persentase *Diesel Fuel Treatment* Dalam Biodiesel dan Variasi Putaran Mesin Terhadap Kadar Emisi Asap Hitam Pada Mesin Diesel Kubota KND 180 menggunakan alat Diesel smoke meter merk Stargas model 898 dan Smoke analysis Chamber model 495/01. Pengoperasian Smoke Meter ini berdasarkan prinsip pengurangan intensitas cahaya dari lampu khusus akibat adanya gas asap di tabung pengukuran. Sumber cahaya tersebut dihasilkan oleh tabung lampu halogen dengan temperatur filamen diatur oleh mikro prosesor sehingga berkisar pada temperature 2850 sampai 3250 Kelvin.

Gas asap yang dikeluarkan knalpot kendaraan dialirkan ke dalam tabung pengukuran (*tubular measurement*). Bentuk *helical* dari dinding tabung pengukuran mengakibatkan kerapatan / densitas gas asap lebih merata sehingga pengukuran akan berlangsung konstan atau kontinyu.

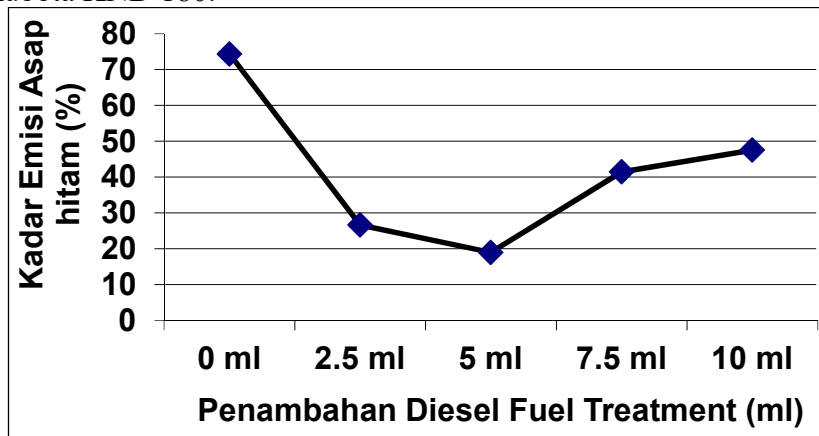
Panjang tabung pengukuran adalah 200 mm dan sumber cahaya lampu halogen dipantulkan terlebih dulu ke suatu cermin sebelum dilewatkan ke sel pengukur untuk meyakinkan bahwa panjang optic dari sumber cahaya tetap 400 mm.

Temperatur dan tekanan dari gas asap akan mempengaruhi kerapatan (densitasnya), hal ini diatur secara elektronik. Untuk menghindari adanya kondensasi atau deposit jelaga maka asap menyilang secara tengensial dan komponen-komponen sensor seperti lampu, cermin dan sel pengukur.

Hembusan aliran udara juga akan membawa gas asap keluar dari alat pengukur. Mikroprosesor mengendalikan katup solenoid untuk mengatur input gas asap dan mematikan sensor ketika setiap pembacaan data dimulai.

#### 6. Hasil Penelitian Yang Relevan

Skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan *Diesel Fuel Treatment* Ke Dalam Bahan Bakar Solar Terhadap Kadar Emisi Asap Hitam Pada Kendaraan Mitsubishi Colt L 300 Tahun 2000” (Salkomara Soma Ridho,2003) ini digunakan sebagai pembandingan dan referensi pendukung diadakannya penelitian Pengaruh Persentase *Diesel Fuel Treatment* dan Variasi Putaran Mesin Terhadap Kadar Emisi Asap Hitam Pada Mesin Diesel Kubota KND 180.



Gambar 2. Grafik Nilai Kadar Asap Hitam Pada Variasi Penambahan *Diesel Fuel Treatment* Ke dalam Satu Liter Bahan Bakar Solar Pada Putaran 4200 rpm Kendaraan Mitsubishi Colt L300 Tahun 2000.

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa terjadi penurunan kadar emisi asap hitam pada gas buang setelah dilakukan penambahan *Diesel Fuel Treatment*. Kadar emisi asap hitam terendah dalam penelitian tersebut sebanyak 5 ml ke dalam satu liter bahan bakar solar yaitu sebesar 18.97 %. Kadar emisi asap hitam tertinggi sebesar 74.37 % disebabkan oleh tanpa penambahan *Diesel Fuel Treatment* ( 0 ml ) ke dalam satu liter bahan bakar solar.

#### B. Kerangka Berfikir

Motor diesel 4 langkah melakukan pembakaran dengan penyalaan kompresi. Berbeda dengan motor bensin yang melakukan pembakaran dengan penyalaan loncatan bunga api busi. Dengan kompresi, udara segar yang ada di dalam silinder akan termampatkan sehingga tekanan dan suhunya naik. Pada akhir langkah kompresi ini



bahan bakar disemprotkan oleh injektor dalam bentuk kabut yang selanjutnya akan segera bercampur dengan udara yang telah ada di dalam ruang bakar.

Karena temperatur udara yang telah melebihi titik nyala bahan bakar maka campuran ini akan segera terbakar. Untuk memenuhi kebutuhan pembakaran tersebut bahan bakar yang disemprotkan ke dalam ruang pembakaran harus memenuhi persyaratan yang ideal untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna. Spesifikasi tersebut antara lain, *flash point* yang rendah sehingga bahan bakar akan mudah terbakar.

Hal lain yang menjadi syarat bahan bakar adalah titik penguapan tinggi dengan sisa karbon yang sekecil mungkin. Kandungan sulfur bahan bakar solar haruslah rendah untuk menghindari deposit dan korosi yang akan merusakkan bagian – bagian pompa injeksi dan injector. Bahan bakar yang baik adalah bahan bakar yang memiliki angka *cetane* yang sesuai. Angka *cetane* yang rendah akan menyebabkan operasi mesin menjadi kasar dan sukar distarter.

Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar, Biodiesel juga mempunyai sifat – sifat yang sesuai dengan kebutuhan pembakaran sempurna di dalam mesin diesel seperti titik nyala, viskositas dan *spesifik gravity*. Biodiesel memiliki angka Cetane (Cetane Number) yang lebih tinggi dan titik nyala yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak diesel (solar) pada umumnya sehingga biodiesel mempunyai sifat mudah terbakar.

Sumber minyak nabati yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel adalah biji jarak pagar. Hal ini dikarenakan minyak jarak tidak termasuk dalam kategori *edible oil*, sehingga tidak akan mengganggu stok minyak pangan nasional.

Hasil sampingan dari proses pembakaran bahan bakar dengan udara selain tenaga adalah gas buang. Gas buang dari motor diesel antara lain adalah asap hitam yang dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan. Asap hitam merupakan karbon yang terbentuk semasa pembakaran didalam ruang bakar mesin.

Asap hitam umumnya disebabkan oleh beberapa kerusakan mekanik seperti kerusakan atau meceratnya injector, penggunaan bahan bakar dengan titik didih tinggi, *engine overload*, atau kelebihan bahan bakar pada mesin karena pengaturan yang buruk dan kualitas bahan bakar yang tidak sesuai. Proses terjadinya asap hitam akibat terjadinya dekomposisi akan menyebabkan karbon-karbon padat (angus) dan asap hitam yang dapat membahayakan lingkungan. Batasan asap hitam yang dikeluarkan oleh kendaraan adalah sebesar 50%.

Bahan bakar mesin diesel haruslah memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna dan tetap menjaga komponen pembakaran berfungsi dengan baik. Debu, kotoran dan air dalam bahan bakar akan merusak bagian-bagian dalam dari pompa penyemprot dan komponen lain dalam sistem pembakaran.

Penambahan *Diesel Fuel Treatment* akan meningkatkan angka *cetane* bahan bakar serta memperbaiki sifat-sifat fisika bahan bakar seperti : titik nyala, Viskositas dan spesifik gravity. Angka *cetane* yang rendah akan menyebabkan mesin sukar distart dan memperpanjang waktu yang diperlukan untuk periode persiapan pembakaran. Dengan bertambah penjangnya periode persiapan pembakaran mesin akan mengalami “*Engine Knocking*” sehingga daya mesin berkurang.

Dengan angka *cetane* yang meningkat karena penambahan *Diesel Fuel Treatment* berarti kualitas bahan bakar akan meningkat dan mempersingkat waktu periode persiapan pembakaran. Waktu persiapan pembakaran yang singkat akan berakibat bahan bakar akan terbakar dalam sekali penginjeksian bahan bakar di dalam ruang pembakaran. Hal ini akan menghasilkan proses pembakaran yang lebih sempurna di dalam silinder mesin yang berakibat mesin bekerja lebih halus dan daya yang dihasilkan akan meningkat

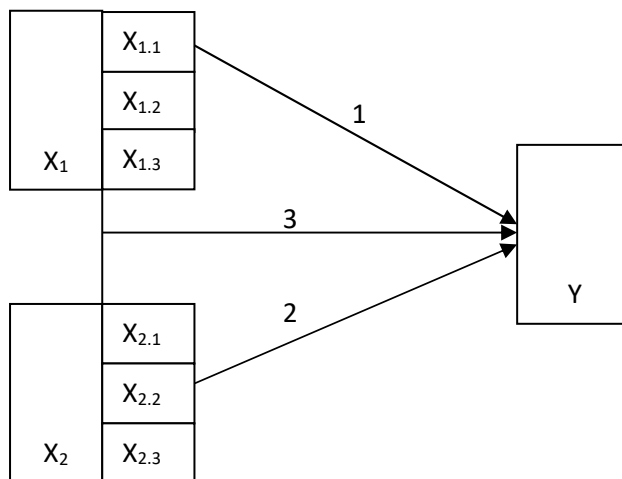
Penggunaan zat aditif (bahan tambah) pada bahan bakar ditujukan untuk membuat bahan bakar mempunyai sifat-sifat yang sesuai dengan sifat yang dibutuhkan oleh motor diesel. *Diesel Fuel Treatment* merupakan zat aditif yang membantu untuk mempermudah start, mencegah korosi, menghilangkan berbagai unsur asing yang terdapat di dalam bahan bakar dan dapat meningkatkan angka cetane. Sehingga akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dan kemudian dapat mengurangi emisi asap hitam dari motor diesel.

Semakin Banyak Penambahan *Diesel Fuel Treatment* ke dalam bahan bakar mesin diesel maka kadar emisi asap hitam yang dihasilkan akan semakin rendah.

Putaran mesin adalah tenaga yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Bentuk dari tenaga tersebut adalah putaran yang terjadi pada poros engkol. Kecepatan mesin yang dimaksud adalah kecepatan torak atau kecepatan putar dan dinyatakan dalam satuan *rotation per minute* (rpm).

Besarnya putaran mesin berpengaruh terhadap gas buang yang dihasilkan, karena semakin tinggi putaran mesin maka daya yang dihasilkan akan semakin besar sehingga proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar akan semakin meningkat. Semakin tinggi proses pembakaran dalam ruang bakar maka semakin besar pula gas buang yang dihasilkan.

Dari uraian diatas maka dapat ditentukan suatu paradigma sebagai berikut :



Gambar 3. Paradigma penelitian

Keterangan :

X<sub>1</sub> : Penambahan *Diesel Fuel Treatment* pada bahan Biodiesel.

X<sub>2</sub> : Putaran Mesin

Y : Kadar Emisi Asap Hitam pada Mesin Diesel Kubota KND 180.

- X<sub>1.1</sub> : *Diesel Fuel Treatment* 0 %
- X<sub>1.2</sub> : *Diesel Fuel Treatment* 0,5%
- X<sub>1.3</sub> : *Diesel Fuel Treatment* 1 %
- X<sub>2.1</sub> : Putaran mesin 1000 rpm
- X<sub>2.2</sub> : Putaran mesin 1500 rpm
- X<sub>2.3</sub> : Putaran mesin 2000 rpm
- 1 : Pengaruh Persentase *Diesel Fuel Treatment* dalam Biodieselterhadap kadar emisi asap hitam
- 2 : Pengaruh variasi putaran mesin terhadap kadar emisi asap hitam
- 3 : Interaksi pengaruh antara Persentase *Diesel Fuel Treatment* dalam Biodiesel dan variasi putaran mesin terhadap kadar emisi asap hitam

### C. Hipotesis

Berdasarkan dari kajian teori dan kerangka berfikir di atas, maka dapat dirumuskan jawaban sementara sebagai berikut :

1. Ada pengaruh antara persentase *Diesel Fuel Treatment* pada Biodiesel terhadap kadar emisi asap hitam pada mesin Diesel Kubota KND 180.
2. Ada pengaruh antara variasi putaran mesin terhadap kadar emisi asap hitam pada mesin Diesel Kubota KND 180..
3. Ada pengaruh bersama (interaksi) antara persentase *Diesel Fuel Treatment* pada Biodiesel dan variasi putaran mesin terhadap kadar emisi asap hitam pada mesin Diesel Kubota KND 180.
4. Semakin tinggi persentase *Diesel Fuel Treatment* maka kadar emisi asap hitam akan semakin rendah.

## 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2015 sampai dengan bulan Januari 2016 di bengkel Mekanisasi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri.

### 3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam perancangan kompor biomassa ini yaitu panci, bor listrik, mesin pelipat, gergaji besi, gerinda, *stop watch*, timbangan, termokopel, alat ukur, penjepit bahan bakar, dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam perancangan kompor biomassa dengan prinsip gasifikasi ini adalah kayu kering, air, besi batangan, seng 0,5 cm, tiner dan cat.

### 3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan 4 perlakuan tabung bakar dengan letak lubang yang berbeda dengan 6 pengulangan yaitu:

- 1) Lubang berada di bawah dan di sisi atas.
- 2) Tabung bakar dengan lubang di bawah, di sisi tabung dengan tinggi  $\frac{1}{4}$  dari tabung bakar, dan di sisi atas.
- 3) Lubang berada di bawah, di sisi tabung dengan tinggi  $\frac{1}{4}$  dari tabung bakar, dan di sisi atas.
- 4) Lubang berada di seluruh bagian tabung.

Rancangan Tungku Sederhana

Reaktor ini berfungsi sebagai tempat meletakkan dan membakar bahan bakar yang akan digunakan untuk memasak. Reaktor terdiri dari tabung luar dan tabung dalam. Tabung

luar dibuat dari seng 0,5 mm yang dibentuk melingkar berdiameter 28 cm dan memiliki tinggi 40 cm, sedangkan tabung dalam atau tabung bakar berdiameter 14 cm dan memiliki tinggi 30 cm. Tabung luar terdapat satu buah pemasukkan bahan bakar yang berfungsi untuk memudahkan mengisi ulang bahan bakar yang mempunyai ukuran panjang 6 cm, dan lebar 4 cm. Tabung luar juga terdapat pengaturan udara dan tempat pengambilan abu yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 10 cm, lebar 6 cm. Pada tabung dalam atau tabung bakar alas tabung terdapat lubang udara yang berdiameter 1 cm yang berfungsi sebagai aliran udara primer dan juga berfungsi sebagai tempat keluarnya abu dari hasil pembakaran. Tabung bakar pada bagian samping terdapat lubang udara berdiameter 0,3 mm yang berfungsi sebagai aliran udara sekunder. Tabung bakar pada penelitian ini terdapat 4 jenis tabung bakar yang mempunyai letak lubang yang berbeda. Penjelasan 4 jenis tabung bakar dapat dilihat pada Gambar 8 dan diuji dengan 6 kali ulangan:

(A) (B)

(C) (D)

Tabung bakar yang pertama, lubang udara hanya berada di alas tabung dan bagian tepi atas tabung. Lubang pada alas berdiameter 1 cm dengan jumlah 20 lubang udara yang berfungsi sebagai aliran udara primer dan pada sisi atas lubang berdiameter 5 mm dengan jumlah 30 lubang udara yang berfungsi sebagai aliran udara sekunder.

Tabung bakar yang kedua lubang udara berada di alas tabung, di sisi tabung dengan ketinggian  $\frac{1}{4}$  dari tabung bakar atau 7,5 cm dari alas tabung, dan sisi atas tabung. Lubang di sisi berdiameter 3 mm dengan jumlah 224 lubang.

Tabung bakar yang ketiga lubang udara berada di alas tabung, di sisi tabung dengan ketinggian  $\frac{1}{2}$  dari tabung bakar atau 15 cm dari alas tabung, dan sisi atas tabung. Lubang disamping berdiameter 3 mm dengan jumlah 448 lubang udara sekunder. Lubang di alas tabung dan sisi atas mempunyai ukuran yang sama dengan tabung bakar pertama dengan jumlah 16.

Tabung bakar yang keempat lubang udara terdapat pada seluruh bagian tabung lubang pada alas berdiameter 1 cm berjumlah 40 lubang udara primer. Lubang disamping berdiameter 3 mm dengan jumlah 896 lubang udara. Pada pengaturan udara berfungsi sebagai pengatur masuknya udara pada saat penyulutan, proses gasifikasi berlangsung, dan pada saat mematikan kompor gasifikasi ini, sedangkan mematakannya pengaturan udara ditutup secara penuh.

Langkah-langkah melakukan pengujian kompor dengan menggunakan tiap-tiap jenis bahan bakar biomassa:

1) Masukkan bahan bakar ke reaktor dengan 4 perlakuan yaitu

a) Tabung bakar dengan lubang di bawah dan di sisi atas.

b) Tabung bakar dengan lubang di bawah, di sisi tabung dengan tinggi  $\frac{1}{4}$  dari tabung bakar, dan di sisi atas.

c) Tabung bakar dengan lubang di bawah, di sisi tabung dengan tinggi  $\frac{1}{2}$  dari tabung bakar, dan di sisi atas.

d) Tabung bakar dengan lubang di seluruh bagian tabung bakar.

2) Mengisi tabung bakar dengan bahan bakar yaitu kayu kering dengan tinggi 75 % dari tabung bakar. Dari masing-masing perlakuan akan dilakukan 6 kali pengulangan.

3) Bahan bakar yang akan digunakan ditimbang dahulu sebelum dimasukkan ke reaktor.

- 4) Setelah tabung reaktor terisi bahan bakar, kemudian dinyalakan dengan menggunakan minyak tanah sebagai pancingan. Lubang volume api dibuka.
- 5) Lalu masak air dalam panci sebanyak 5 liter hingga mendidih. Suhu air diukur sebelum dimasak dan setelah air mendidih dengan termometer. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan akan dihitung juga dengan *stopwatch*.
- 6) Warna nyala api akan diamati secara visual.
- 7) Setelah air mendidih, dihitung waktu mendidihnya. Kompor dibiarkan menyala hingga bahan bakar habis terbakar semua dan dicatat waktunya.
- 8) Berat air ditimbang dan buka saringan dibawah kompor untuk mengeluarkan bahan bakar yang habis terpakai, lalu ditimbang juga.

Langkah-langkah penyulutan api :

- 1) Isi tabung bakar dengan bahan bakar dengan tinggi 75 % dari tabung bakar.
- 2) Jika bahan bakar memiliki kepadatan tumpukan yang besar, maka hendaknya disiram minyak tanah lebih dari satu kali (+ 10 ml).
- 3) Nyalakan api dengan korek api.
- 4) Apabila api kira-kira sudah mulai stabil kurangi volume api dengan cara menggeser pada bagian volume api.

Pengujian dan perhitungannya adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui kapasitas bahan bakar yang mampu ditampung oleh sebuah kompor dilakukan pengujian dengan cara menghitung volume tabung reaktor menggunakan rumus:

$$V = \pi r^2 t \dots\dots\dots(4)$$

Dimana: V = Volume reaktor (m<sup>3</sup>)

r = Jari-jari silinder dalam (m)

t = Tinggi silinder dalam (m)

Cara lainnya mengetahui kapasitas bahan bakar yang mampu ditampung kompor adalah dengan cara memasukan bahan bakar hingga penuh setelah itu mengeluarkannya dan menimbanginya.

- 2) Mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan kompor memanaskan air hingga mencapai titik didih dilakukan pengujian dengan perlakuan merebus 5 liter air. Waktu dicatat dari mulai kompor dinyalakan hingga suhu air mencapai 100o C.

- 3) Mengukur jumlah panas laten yang terjadi, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$\dots\dots\dots(5)$$

Dimana : Ql = panas laten (kJ)

Mam = berat rata-rata air yang menguap (kg)

Pl = panas laten air (2260 kJ/kg)

- 4) Untuk mengukur panas sensibel, digunakan rumus :

$$\dots\dots\dots(6)$$

Dimana : Qs = panas sensibel (kJ)

Ma = berat rata-rata air (kg)

Ps = panas spesifik air (4,186 kJ/kg)

T2 = suhu rata-rata air akhir (oC)

T1 = suhu rata-rata air awal (oC)

- 5) Untuk mengetahui efisiensi energi kompor (Ef) digunakan persamaan (3):

- 6) Banyaknya energi pemakaian minyak tanah yang terpakai sebagai penyulutan nyala api, dapat digunakan dengan rumus:

$$\dots\dots\dots(7)$$

Dimana :  $E_2$  = energi untuk penyalaan awal (minyak tanah) (kJ)

$N_m$  = nilai kalori minyak tanah (37.674 kJ/l)

$B_m$  = banyaknya minyak yang terpakai (l)

### 3.4. Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain : (1) Kebutuhan bahan bakar, (2) Kebutuhan energi spesifik, (3) Warna nyala api, (4) Waktu untuk mendidihkan air, dan (5) Efisiensi konversi energi oleh kompor

#### 1) Kebutuhan Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar dihitung berdasarkan total penggunaan bahan bakar dari setiap jenis tabung bakar tersebut (kg) selama proses pembakaran bahan bakar habis terpakai semua. Data akan dianalisis secara statistik.

#### 2) Kebutuhan Energi Spesifik

Energi spesifik dalam kompor gasifikasi dapat dihitung dengan jumlah energi konsumsi yang pakai per massa air yang dididihkan ketila memasak. Dapat menggunakan persamaan (2).

#### 3) Warna Nyala Api

Untuk warna nyala api dapat dilakukan dari hasil pengamatan langsung secara visual ketika kompor telah dinyalakan dengan setiap jenis tabung bakar yang digunakan pada tungku gasifikasi. Data akan dianalisis secara statistik.

#### 4) Waktu Untuk Mendidihkan Air 5 Liter

Pengujian dilakukan dengan cara memasak air dengan panci sebanyak 5 liter.

Suhu air sebelum dimasak dan setelah mendidih diukur. Lalu dihitung lama waktunya untuk mendidih dengan menggunakan *stopwatch*. Data akan dianalisis secara statistik.

#### 5) Efisiensi Konversi Energi oleh Kompor Gasifikasi

Efisiensi konversi energi oleh kompor gasifikasi pada penggunaan bahan bakardari masing-masing jenis bahan bakar dihitung berdasarkan total penggunaanbahan bakar tersebut (kg) selama proses pembakaran dikalikan dengan nilai kalordari masing-masing jenis bahan bakar. Lalu dihitung pula berapa besar energijumlah energi dari minyak tanah yang terpakai sebagai penyulutan nyala api danenergi bahan bakar sisa. Data kemudian akan dianalisis secara statistik.

### 3.5. Analisis Data

Data yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi kebutuhan bahan bakar, waktuopereasi optimal kompor, waktu mendidihkan air 5 liter, panas laten, panassensibel, dan efisiensi energi kompor dan jumlah energi minyak yang terpakaisebagai penyulutan nyala api. Data percobaan, pengamatan, dan perhitungan yangdiperoleh akan dianalisis serta disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian untuk membandingkan.

## 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Semakin menipisnya persediaan bahan bakar petroleum, menyebabkan diperlukannya bahan bakar pengganti yang bersifat terbarukan. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak binatang atau minyak bekas melalui transesterifikasi dengan alkohol.

Dedak merupakan produk samping penggilingan gabah menjadi beras. Dedak sebenarnya mengandung 17%-23% lemak yang dapat dimanfaatkan sebagai minyak pangan. Pemrosesan beras mempunyai hasil samping dalam bentuk dedak padi. Minyak

dedak padi merupakan turunan penting dari dedak padi. Bergantung pada varietas beras dan derajat penggilingannya, dedak padi mengandung 16%-32% berat minyak. Sekitar 60%-70% minyak dedak padi tidak dapat digunakan sebagai bahan makanan (non-edible oil) dikarenakan kestabilan dan perbedaan cara penyimpanan dedak padi ((Goffman, Pinson, dan Bergman, 2003) dan (Ma, Clements, dan Hanna, 1999)).

Minyak dedak padi merupakan salah satu jenis minyak berkadungan gizi tinggi karena adanya kandungan asam lemak, komponen-komponen aktif biologis, dan komponen-komponen antioksidan dan seperti : oryzanol, tocopherol, tocotrienol, phytosterol, polyphenol dan squalene ((Goffman dkk.,2003) dan (Özgül dan Türkay, 1993)).

Kandungan asam lemak bebas 4%-8% b pada minyak dedak padi tetap diperoleh walaupun dilakukan ekstraksi dedak padi sesegera mungkin. Peningkatan asam lemak bebas secara cepat terjadi karena adanya enzim lipase aktif dalam dedak padi setelah proses penggilingan. Minyak dedak padi sulit dimurnikan karena tingginya kandungan asam lemak bebas dan senyawa-senyawa tak tersaponifikasikan. Lipase dalam dedak padi mengakibatkan kandungan asam lemak bebas minyak dedak padi lebih tinggi dari minyak lain sehingga tidak dapat digunakan sebagai edible oil.

Tabel 1. Karakteristik Minyak Dedak Padi Menurut Literatur ( Adi, N, 2003)

Karakteristik	Range
Densitas (g/mL)	0,92-0,925
% FFA (asam oleat)	5-80

Analisa gas kromatografi terhadap minyak dedak padi hasil ekstraksi untuk mengetahui komposisi asam lemak yang dilakukan Rahmania (2004) disajikan dalam Tabel 2.

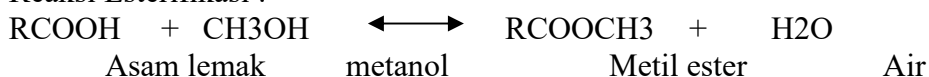
Tabel 2 : Komposisi Asam Lemak dalam Minyak Dedak

Jenis Asam Lemak	Konsentrasi (% -b)
Asam Miristat (C14:0)	0,3366
Asam Palmitat (C16:0)	17,2096
Asam Stearat (C18:0)	1,7112
Asam Oleat (C18:1)	45,7510
Asam Linoleat (C18:2)	33,4208
Asam Linolenat (C18:3)	0,3645
Asam Arachidik (C20:0)	1,2063

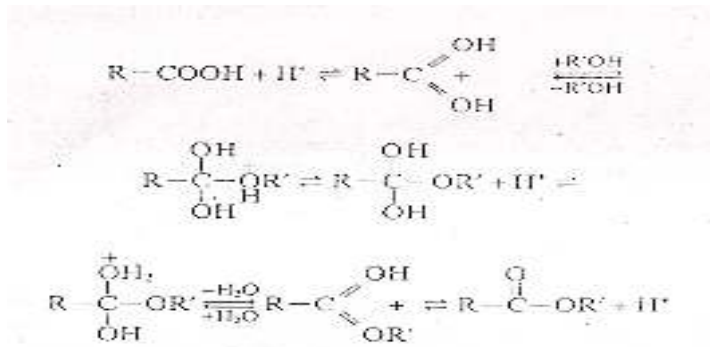
Dengan kadar lemak kurang dari 25%, cara terbaik untuk mengambil minyak dedak adalah melalui ekstraksi menggunakan pelarut mudah menguap, seperti metanol, heksan atau Isopropil Alkohol. Vegetable oil yang mengandung trigliserida dan atau *Free Fatty Acid* biasanya diekstrak dengan hexane atau metanol (Kirk, RE and Othmer, DF, 1978) Minyak dedak hasil ekstraksi (minyak dedak mentah) dipisahkan dari pelarut melalui proses penguapan.

Esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan alkohol membentuk ester dan air. Esterifikasi biasanya dilakukan jika minyak yang diumpankan mengandung asam lemak bebas tinggi. Dengan esterifikasi, kandungan asam lemak bebas dapat dikonversi menghasilkan ester. Reaksi ini dilaksanakan dengan menggunakan katalis padat (heterogen) atau katalis cair (homogen). Pada penelitian ini, katalis cair (HCl) yang digunakan pada reaksi esterifikasi.

Reaksi Esterifikasi :



Mekanisme reaksi esterifikasi dengan katalis asam adalah :



(Mc Ketta, 1978)

Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi esterifikasi antara lain :

a. Waktu reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

b. Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi makin baik sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Sesuai dengan persamaan Archenius :

$$k = A \times e^{(-E_a/RT)}$$

Semakin besar tumbukan maka semakin besar pula harga konstanta kecepatan reaksi. Sehingga dalam hal ini pengadukan sangat penting mengingat larutan minyak-katalis-metanol merupakan larutan yang immiscible.

c. Katalisator

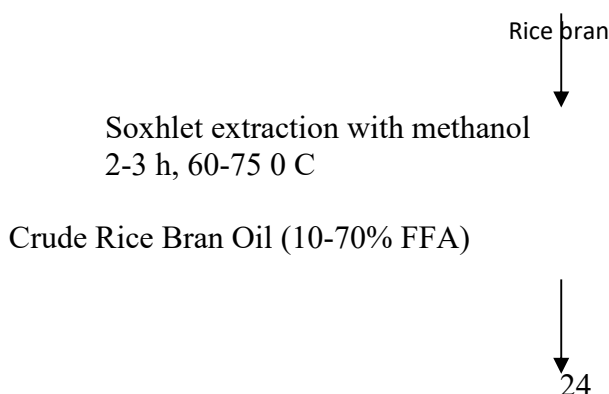
Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Pada reaksi esterifikasi yang sudah dilakukan biasanya menggunakan konsentrasi katalis antara 1 - 4 % berat sampai 10 % berat campuran pereaksi (Mc Ketta, 1978).

d. Suhu Reaksi

Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Archenius. Bila suhu naik maka harga K makin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi operasi optimum (suhu dan penambahan katalis) pada reaksi esterifikasi dalam menghasilkan metil ester sebagai biodiesel dengan umpan dari hasil proses ekstraksi minyak dedak.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian



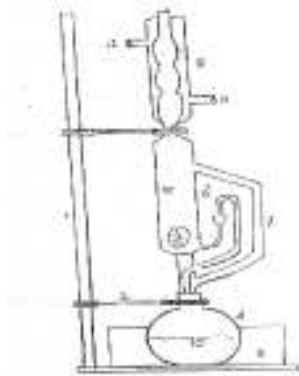


HCl-catalyzed esterification  
methanol : FFA = 3,65 : 1

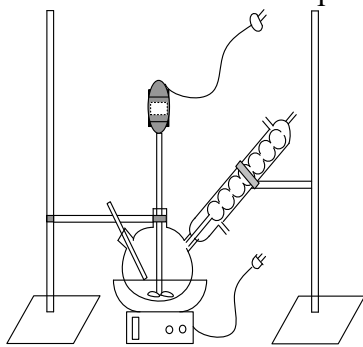
FAME + Residue ( acylglyseride, FFA)

Gambar 1. Skema Pelaksanaan Penelitian

Pada pembuatan biodiesel dari minyak dedak dengan menggunakan metanol ini digunakan metode esterifikasi. Minyak dedak dengan kadar FFA tertentu diekstraksi dari dedak padi. Kemudian hasil ekstraksi direaksikan dengan metanol berdasarkan reaksi esterifikasi dengan katalis HCl, lalu hasil esterifikasi dianalisa. Analisa FFA dilakukan dengan cara titrasi menggunakan NaOH sebagai titran, etanol netral dan indikator pp. Variabel tetap yang digunakan adalah umpan (minyak dedak padi sebesar 100 ml, perbandingan metanol : FFA adalah 3,65 : 1 (perbandingan berat), kecepatan pengadukan adalah skala 4. Variabel berubahnya adalah jumlah katalis HCl dan suhu reaksi. Jumlah katalis divariasikan (mL) yaitu 0,5, 1, 1,5, 2, dan 2,5. Suhu reaksinya yaitu 40; 50; dan 60 °C. Respon yang diamati adalah : kebutuhan titran NaOH, density minyak dedak, dan hasil atau produk senyawa hasil analisa GC MS. Rangkaian alat percobaan dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Soklet untuk proses leaching

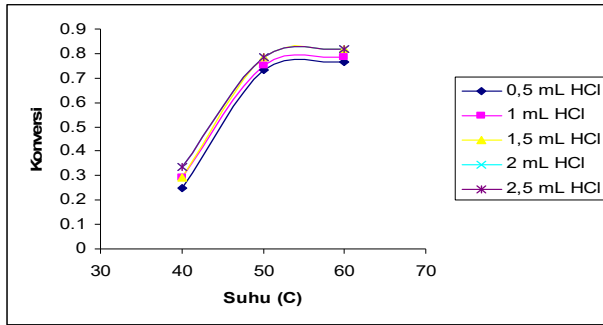


Gambar .3. Reaktor berpengaduk

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengaruh Suhu Terhadap Konversi

Pengaruh suhu terhadap konversi dapat dilihat pada gambar 4.1. Grafik 4.1 merupakan visualisasi fenomena reaksi esterifikasi yang menunjukkan pengaruh suhu terhadap konversi.

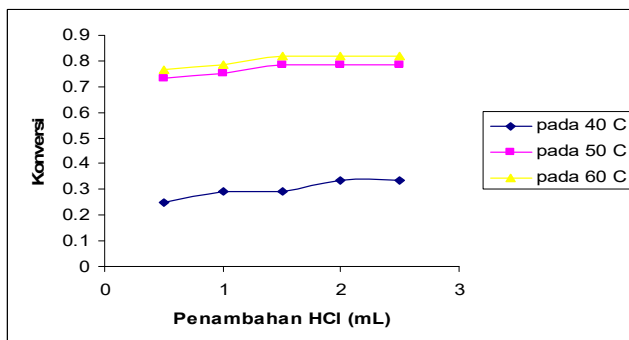


Gambar 4.1 Grafik hubungan pengaruh suhu terhadap konversi pada berbagai penambahan volume HCl.

Pada penambahan katalis 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 mL HCl menunjukkan semakin tinggi suhu reaksi akan diperoleh konversi yang semakin besar dan relatif konstan pada suhu  $\pm 60$  C. Sehingga suhu reaksi  $\pm 60$  C adalah suhu operasi optimum pada percobaan ini. Hal ini dikarenakan penambahan panas pada suatu zat/senyawa akan meningkatkan aktivitas molekular dan kemudian meningkatkan konversi.

### 3.2 Pengaruh Penambahan Volume Katalis HCl Terhadap Konversi

Pengaruh suhu terhadap konversi dapat dilihat pada gambar 4.1. Grafik 4.2 merupakan visualisasi fenomena reaksi esterifikasi yang menunjukkan pengaruh penambahan volume katalis HCl terhadap konversi.



Gambar 4.2 Grafik hubungan pengaruh penambahan volume katalis HCl terhadap konversi pada 60 C

Semakin besar volume katalis HCl yang ditambahkan maka diperoleh konversi yang semakin besar pula. Karena semakin besar volume HCl yang ditambahkan maka semakin banyak ion  $H^+$  dan semakin banyak asam karboksilat yang teraktifkan dan bereaksi dengan metanol, kemudian konversi akan semakin besar. Pada suhu yang sama diperoleh konversi yang paling maksimal pada penambahan katalis HCl 2,5 mL.

### 3.3 Hasil Analisa GC MS Produk Ester

Hasil analisa GC MS pada variabel suhu  $60^0$  C katalis 1 mL HCl menunjukkan bahwa sekitar 89,72 % adalah Fatty Acid Methyl Ester (FAME) dan sisanya 10,28 % adalah asam lemak sisa.

## 5 KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa suhu 60°C merupakan suhu reaksi yang memberikan konversi paling maksimal jika dibandingkan dengan suhu 40°C dan 50°C pada penambahan volume katalis yang sama, volume katalis HCl yang memberikan konversi paling maksimal adalah 2,5 mL, pada suhu yang sama, dan ester yang dihasilkan adalah sekitar 89, 72 %.

#### Daftar Notasi

T	= Suhu absolut (K)
R	= Konstanta gas umum (cal/gmol K)
E	= Tenaga aktivasi (cal/gmol)
A	= Faktor tumbukan ( $t^{-1}$ )
k	= Konstanta kecepatan reaksi ( $t^{-1}$ )

#### Daftar Pustaka

- Adi, N., 2003, *Ekstraksi Minyak dari Dedak Padi dengan Pelarut n-Hexane, Proceeding Seminar Teknik Kimia Indonesia*, Yogyakarta.
- Fukuda, H., Kondo, A. dan Nonda, H., 2001, *Biodiesel Fuel Production by transesterification of Oils*, J. Biosci. Bioeng., 405-416.
- Goffman, F.D., Pinson, S., dan Bergman C., 2003, *Genetic Diversity for Lipid Content and Fatty Acid Profile in Rice Bran*, J. Am. Oil Chem. Soc. 485-490.
- Kirk, R.E and Othmer, D.F., 1978, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd ed, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Ma, Fangrui and A. Hanna, Milford, 1999, *Biodiesel Production : A Review*, Journal Series # 12109, Agricultural Research Division, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln.
- Mardiah dkk, 2006, *Pengaruh Asam Lemak Dan Konsentrasi Katalis Asam Terhadap Karakteristik Dan Konversi Biodiesel Pada Transesterifikasi Minyak Mentah Dedak Padi*, Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Ozgul, Y., dan Turkay, S., 1993, *In Situ Esterification of Rice Bran Oil with Methanol and Ethanol*, J. Am. Oil Chem. Soc. 145-147.
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1984, *Perry's Chemical Engineer's Hand Book*, 6th ed, Mc Graw Hill Book Co. Inc. Tokyo.
- Rahayu, Martini, *Teknologi Proses Produksi Biodiesel*.
- Rahmania, O., 2004, *Transesterifikasi Minyak Mentah Dedak Padi Menjadi Biodiesel dengan Katalis Asam*. Thesis Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkareem, A. S. 2005. *Refining Biogas Produced from Biomass: An Alternative to Cooking Gas*. Leonardo Journal of Sciences. Issue 7, page 1-8.
- Anonim. 1981. *Biogas Fertilizer System. Technical Report on a Training Seminar in China, United Nations Environment Programmme, Nairobi*.
- Arsana, I.M.Y. 2005. *Pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif*. Bali Post, 10 Juli 2005.

- Bagi, Z. 2004. *Toward an efficient and integrated biogas technology*. Acta Biologica Szegediensis. 48 (1-4), page 47.
- Brown, V. J. 2006. *Biogas a Bright Idea for Africa*. Environmental Health Perspectives. 114 (5), page A301-A303.
- Burke, D. A. 2001. *Dairy Waste Anaerobic Digestion Handbook*. Environmental Energy Company. Page 1-51.
- Dahlman, J. and C. Forst. 2001. *Technologies Demonstrated at Echo: Floating Drum Biogas Digester*. An Echo Technical Note. Page 1-3.
- Forst, C. 2002. *Technologies Demonstrated At Echo: Horizontal Biogas Digester*. An Echo Concept Paper. Page 1-4.
- Horikawa, M. S., F. Rossi, M. L. Gimenes, C. M. M. Costa and M. G. C. Da Silva. 2004. *Chemical Absorption of H<sub>2</sub>S for Biogas Purification*. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 21 (03), page 415-422.
- Indartono, Y. S. 2006. *Reaktor Biogas Skala Kecil/Menengah*. Indonesia Energy Information Center.
- Jenangi, L. *Producing Methane gas from Effluent*. Adelaide University. Page 1-22
- Jensen, J. K and A. B. Jensen. 2000. *Biogas and Natural Gas Fuel Mixture for The Future*. Exhibition Centre. Page 1-8.
- Jonsson, O. and M. Persson. 2003. *Biogas as Transportation Fuel*. Factagung. Session 1, page 99-111.
- Kramer, J. M. 2002. *Agricultural Biogas Casebook*. Foxit Software Company. Page 1-83.
- Landahl, G. 2003. *Biogas as Vehicle Fuel*. A European Overview. Trendsetter Report 2003:3, page 1-50.
- Lehtomaki, A. 2006. *Biogas Production from Energy Crops and crops Residues*. University of Jyvaskyla. Page 1-83.
- Marchaim, U. 2007. *Biogas Processes for Sustainable Development*. Food and Agriculture Organizations of The United Nations.
- Matthews, E. G. 2007. *Biogas for Overseas Volunteers*. Wimborne Energy Consultancy.
- Meynell P.J., 1980, Feasibility Studi for a Sanitation Scheme to Produce Biogas. Technology Consultants Ltd., London UK.
- Munasinghe, S. 2000. *Biogas Technology and Integrated Development*. Practical Action (formerly ITDG), page 1-5.
- Nagamani, B. and K. Ramasamy. *Biogas Production Technology: An Indian Perspective*. Tamil Nadu Agricultural University.
- Pambudi, N. A. 2008. *Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif*. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

- Roos, C. J. 2007. *A Guide to Pumping Manure Slurries in Centralized Biogas Digester Systems*. Northwest CHP Application Center. Page 1-24.
- Schmersahl, R. and V. Scholz. 2005. *Testing a PEM Fuel Cell System with Biogas Fuel*. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. VII Manuscript EE 05 002. page 1-12.
- Suyati, F., 2006, *Perancangan Awal Instalasi Biogas Pada Kandang Terpencar Kelompok Ternak Tani Mukti Andhini Dukuh Butuh Prambanan Untuk Skala Rumah Tangga*, Skripsi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Vijay, V. K., R. Chandra, P. M. V. Subbarao and S. S. Kapdi. 2006. *Biogas Purification and Bottling into CNG Cylinders: Producing Bio-CNG from Biomass for Rural Automotive Applications*. The 2<sup>nd</sup> Joint International Conference on “ Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)”. C-003 (O), page 1-6.
- Wididana, G.N. dan Wibisono, A.H., 1996, *Pertanian Akrab Lingkungan Kyunsei dengan Teknologi EM4*. Seminar Nasional Penerapan Teknologi Pertanian Organik, Tasikmalaya, p.1-16.
- Wilk, J. And F. Wolanczyk. 2006. *Availability of Small Combined Heat and Power Unit Fed on Biogas*. Int. J. of Applied Mechanics and Engineering. 11 (3), page 671-678.
- Williams, D. W. and J. J. Frederick. 2001. *Microturbine Operation with Biogas from a Covered Dairy Manure Lagoon*. An ASAE Meeting Presentation. Paper Number 01-1654, page 1-8.
- Yunus, M., 1987, *Teknik Membuat dan Memanfaatkan Unit Gas Bio*, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.