

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Setiawan (2012) meneliti tentang kajian eksperimental pengaruh etanol pada premium terhadap karakteristik pembakaran kondisi atmosferik dan bertekanan di motor otto silinder tunggal sistem injeksi hasilnya yaitu kecepatan pembakaran (*burning rate*) antara etanol dan *gasoline* (bensin) dengan berbagai perbandingan dan variasi rasio udara / campuran etanol / bensin didapatkan bahwa penambahan etanol pada bensin akan mempercepat kecepatan pembakaran hal itu dikarenakan penambahan etanol akan memperbesar fraksi pelepasan massa bahan bakar pada bensin dimana semakin cepat pelepasan massa bahan bakar maka durasi pembakaran akan semakin pendek yang berakibat pada nilai *burning rate* yang semakin meningkat.

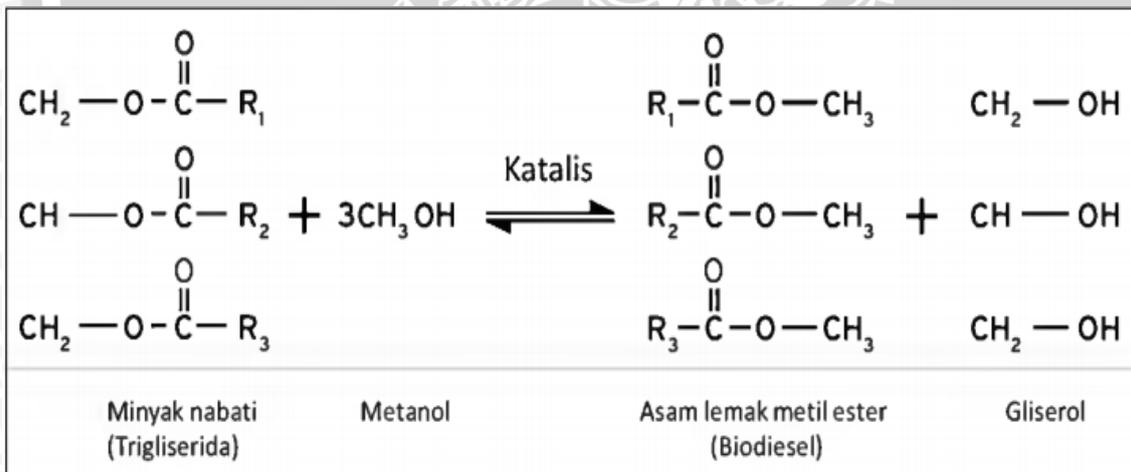
Kusumastuti (2015) juga melakukan suatu penelitian tentang pengaruh konsentrasi etanol dan variasi tekanan ruang bakar terhadap pembakaran *droplet* biodiesel. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa konsentrasi etanol berpengaruh terhadap pembakaran biodiesel dimana seiring meningkatnya konsentrasi etanol mengakibatkan api bertambah tinggi namun lebar api semakin rendah. Selain itu tekanan juga berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran campuran biodiesel dengan etanol yaitu semakin tinggi tekanan ruang bakar maka *ignition delay* dan *burning rate* semakin meningkat karena temperatur *droplet* pada temperatur ruang bakar yang semakin tinggi.

Selain itu Adinegoro (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh persentase etanol terhadap karakteristik nyala api pembakaran difusi campuran biodiesel dan etanol. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa semakin besar persentase etanol lebar api yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini terjadi dikarenakan dengan persentase etanol yang semakin tinggi maka campuran bahan bakar akan lebih mudah mendidih dan menghasilkan uap yang lebih banyak sehingga akan mempercepat kecepatan pembakaran (*burning rate*) yang pada akhirnya menghasilkan lebar api yang semakin rendah.

2.2 Definisi Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti solar. Biodiesel umumnya berasal dari minyak nabati yang telah diolah melalui proses transesterifikasi. Biodiesel dapat digunakan secara langsung pada mesin tanpa dilakukan modifikasi terlebih dahulu, selain itu penggunaan biodiesel juga dapat mengurangi emisi CO dan CO₂ sehingga ramah lingkungan (Xu dan Wu, 2003). Bahan baku Biodiesel dapat berasal dari minyak nabati (Ramos *et al.*, 2009), atau lemak hewani (Saraf dan Thomas, 2007), maupun minyak goreng bekas/jelantah (Sunthitikawinsakul dan Sangathith, 2012).

Biodiesel telah dikembangkan selama bertahun-tahun lamanya, dimulai pada tahun 1977 dimana ilmuwan Brasil yang bernama Expedito Parente, menemukan proses industri pertama untuk produksi biodiesel. Sedangkan pada tahun 2010, Tecbio bekerja sama dengan NASA dan Boeing dalam pembuatan campuran bio diesel-minyak tanah. Sementara saat ini, biodiesel murni (100%) sudah tersedia di berbagai pompa bensin di Eropa. Untuk mengolah minyak nabati menjadi biodiesel dapat proses dengan menggunakan metode transesterifikasi, seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses transesterifikasi
Sumber: Dermibas (2008)

Adapun beberapa jenis biodiesel berdasarkan campuran dari biodiesel dan hidrokarbon (solar), antara lain sebagai berikut:

- B100 : biodiesel murni (100 %)
- B20 : biodiesel 20%, solar 80%
- B10 : biodiesel 10%, solar 90%
- B5 : biodiesel 5%, solar 95%

Campuran apapun dari 20 persen biodiesel atau kurang, bisa digunakan pada semua tipe mesin tanpa modifikasi. Biodiesel biasanya dapat digunakan dalam bentuk B100 saja, tetapi mungkin membutuhkan beberapa modifikasi mesin untuk menghindari masalah dengan mesin. Untuk menjadikan biodiesel, harus memiliki persyaratan biodiesel seperti yang terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan kualitas biodiesel menurut SNI-04-7 182-2006

No.	Parameter dan Satuannya	Batas Nilai	Metode Uji
1	Massa jenis pada 40 °C, kg/m ³	850 – 890	ASTM D 1298
2	Viskositas kinematik pada 40 °C, mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0	ASTM D 445
3	Angka setana	min. 51	ASTM D 613
4	Titik nyala (mangkok tertutup), °C	min. 100	ASTM D 93
5	Titik kabut, °C	maks. 18	ASTM D 2500
6	Korosi bilah tembaga (3 jam, 50 °C)	maks. no. 3	ASTM D 130
7	Residu karbon, %-berat,- dalam contoh asli- dalam 10 % ampas distilasi	Maks. 0,05 (maks 0,03)	ASTM D 4530
8	Air dan sedimen, %-vol.	maks. 0,05	ASTM D 2709
9	Temperatur distilasi 90 %, °C	maks. 360	ASTM D 1160
10	Abu tersulfatkan, %-berat	maks. 0,02	ASTM D 874
11	Belerang, ppm-b (mg/kg)	maks. 100	ASTM D 5453
12	Fosfor, ppm-b (mg/kg)	maks. 10	AOCS Ca 12-55
13	Angka asam, mg-KOH/g	maks. 0,8	AOCS Cd 3-63
14	Gliserol bebas, %-berat	maks. 0,02	AOCS Ca 14-56
15	Gliserol total, %-berat	maks. 0,24	AOCS Ca 14-56
16	Kadar ester alkil, %-berat	min. 96,5	dihitung*)
17	Angka iodium, g-I ₂ /(1 00 g)	maks. 115	AOCS Cd 1-25
18	Uji Halphen	Negatif	AOCS Cb 1-25

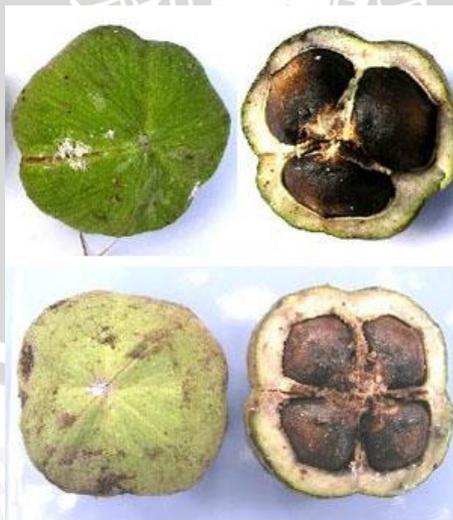
Sumber: Badan Standarisasi Nasional (BSN)

Biodiesel mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan minyak hidrokarbon (solar), antara lain yaitu:

1. Mudah dalam penyimpanan dan penanganan karena titik bakar lebih biodiesel tinggi dibandingkan solar.
2. Biodiesel tidak membutuhkan tangki khusus sehingga dapat langsung digunakan tanpa modifikasi.
3. Dibandingkan dengan solar, bau dari gas buang biodiesel lebih baik.
4. Biodiesel mengandung sulfur yang lebih sedikit dibandingkan solar sehingga tidak terlalu banyak mengeluarkan zat toksik (Harrington, 1986; USEPA 2002).

2.3 Minyak Kemiri Sunan

Tanaman kemiri sunan (*Reutealis trisperma (Blanco) Airy Shaw*) berasal dari Filipina, kemudian dibudidayakan di Indonesia dalam bentuk perkebunan pada abad ke 18 di daerah Cilongok dan Kawaraci (Tangerang), Jawa Barat. Kemiri sunan dapat ditemukan pada ketinggian hingga 1000 meter di atas permukaan laut (Maman, 2009). Tanaman kemiri sunan tergolong tanaman menahun tingginya lebih dari 15 meter dengan mahkota yang sangat rindang, kanopi daun lebar, struktur daun sangat rapat, ranting yang banyak, dan memiliki perakaran yang dalam, tanaman kemiri sunan berumur panjang lebih dari 30 tahun usianya, tanaman ini dapat tumbuh di lahan datar, bergelombang, bertebing curam, lahan kritis (Wardana, *et al.*, 2009). Adapun bentuk dari buah kemiri sunan seperti yang terdapat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Buah kemiri sunan

Sumber : <https://ngsuyasa.wordpress.com/2014/10/01/mengenal-kemiri-biasa-komoditas-ekspor-dan-kemiri-sunan-penghasil-bbn-biodiesel/>

Kemiri Sunan adalah salah satu tanaman penghasil minyak nabati berpotensi sebagai bahan bakar nabati, biobriket, biogas, pupuk organik, dan pakan ternak (Diby, 2009). Biji kemiri sunan terdiri dari 3 sampai 4 butir biji di dalamnya. Buah kemiri sunan terdiri atas sabut, kulit biji atau cangkang dan inti biji atau karnel. Komposisinya meliputi:

- Kulit biji : 11-16 %
- Karnel : 16-27 %
- Kulit buah : 62-68 %

(Herman dan Pranowo, 2011)

Klasifikasi ilmiah kemiri sunan antara lain sebagai berikut:

- Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)
- Kelas : *Magnoliopsida* (berkeping dua / dikotil)
- Sub Kelas : *Rosidae*
- Ordo : *Euphorbiales*
- Famili : *Euphorbiaceae*
- Genus : *Reutealis* Airy Shaw
- Spesies : *Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw

(Wiriadinata, 2007)

Setiap jenis minyak memiliki karakteristik yang berbeda-beda, berikut adalah Tabel 2.2 yang menjelaskan beberapa karakteristik minyak kemiri sunan. Kemudian pada Gambar 2.3 dapat dilihat perbedaan warna dari minyak kasar kemiri sunan dengan biodiesel kemiri sunan.

Tabel 2.2 Karakteristik Minyak Kemiri Sunan

Sifat Fisik-Kimia Minyak Kasar	Nilai
Rendemen Minyak (%)	38,1-42
Bilangan asam (mg KOH/g minyak)	4,6-7,79
Bilangan penyabunan (mg KOH/g minyak)	181,97-192,5
Bilangan Iod (%)	127,8-129,09
Viskositas (mm ² /s(cSt))	110,17-114,11
Densitas (g/cm ³)	0,939-0,941

Sumber: Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 4000/Kpts/SR.120/9/ 2011 dan Nomor 4044/Kpts/SR.120/9/ 2011



Gambar 2.3 (a) Minyak kasar kemiri sunan dan (b) Biodiesel kemiri sunan
Sumber: Herman, 2013

Selain itu minyak kemiri sunan juga memiliki keunggulan setelah di proses menjadi biodiesel. Keunggulan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Keunggulan Biodiesel Kemiri Sunan Dibanding Jarak Pagar

Parameter	Satuan	Biodiesel Kemiri Sunan	Standar Nasional Indonesia ^a	Biodiesel Standard in USA: ASTM D6751 ^b	Jarak pagar ^{cd}
Massa jenis pada 40 °C	Kg/m ³	881,2	850-890	-	865,5
Viskositas kinematik 40 °C	cSt	4,4	2,3-6,0	1,9-6,0	3,82
Angka setana	-	53,9	Min. 51	Min. 47	47
Titik nyala	°C	129,5	Min.100	Min. 130*	107
Titik kabut	°C	12	Maks. 18	Report	11
Nilai kalor	MJ/kg	39,7758	-	-	39,700
Angka iodium	G iod/100 g	95,24	Maks. 115	-	91,92

Sumber : ^a Badan Standarisasi Nasional (2006)

^b European Commission (2007)

^c Thahjana dan Pranowo (2010)

^d Kartika *et al.* (2011)

Minyak hasil olahan dari kemiri sunan mampu memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Kualitas minyak kemiri sunan memiliki nilai *cetane-number* 54, ada di atas nilai standar 45 yang ditetapkan Pertamina dan dua poin melebihi nilai *cetane-number* jarak pagar. Walaupun nilai *cetane-number* yang dimilikinya lebih rendah dari kelapa sawit yang mencapai angka 60. Tetapi produktivitas biodiesel yang dihasilkannya jauh lebih banyak. Selain itu produk sampingan yang dihasilkannya juga dapat dimanfaatkan. Kandungan asam eleostearik yang cukup banyak memungkinkan minyak tersebut untuk diproses menjadi obat antikanker. Selain itu, minyak kemiri sunan juga dapat dimanfaatkan menjadi bahan dasar sabun, linoleum, campuran cat, minyak kain, resin, kulit sintetis, pelumas, pelindung kontainer makanan, dan pelapis kawat. Limbah produksinya juga dapat diolah menjadi biogas. Ampas hasil pengolahan biogas dapat pula dimanfaatkan menjadi bahan dasar pembuatan briket dan pupuk urea. Uniknyalagi, walaupun buah kemiri sunan beracun, ampas hasil olahan limbahnya justru dapat diproses menjadi bahan pangan ternak. Oleh sebab itu, industri tersebut memungkinkan untuk dijadikan industri yang bersih dari limbah (*zero waste*).

2.4 Etanol

Etanol merupakan nama sistematis yang didefinisikan oleh *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) untuk molekul dengan dua atom karbon (awalan “eth-”), memiliki ikatan tunggal diantaranya (akhiran “-ane”), dan terdapat gugus fungsional –OH (akhiran “-ol”). Etanol merupakan salah satu jenis dari alkohol. Alkohol merupakan senyawa hidrokarbon berupa gugus hidroksil (-OH) dengan dua atom karbon (C). Jenis alkohol yang banyak digunakan adalah CH_3OH yang disebut dengan metil alkohol (methanol), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ yang disebut dengan etil alkohol (etanol). Dalam dunia perdagangan, yang disebut dengan alkohol adalah etil alkohol atau etanol dengan rumus kimia $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (Prihandana et al., 2007). Etanol tidak hanya untuk minuman namun juga digunakan sebagai pelarut, antiseptik, dan bahan baku untuk bahan organik lain seperti etil ester, dietil eter, butadien, dan etil amin. Fuel grade etanol (etanol 99 %) dapat digunakan sebagai bahan bakar. Penggunaan etanol terbesar sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, bahan bakar roket, pesawat, pembangkit listrik, dll Bahan bakar etanol tidak menimbulkan asap, Etanol juga menghasilkan sedikit karbon dioksida dan menggunakan sedikit oksigen.

Etanol mempunyai sifat kimia yaitu penampakkannya tidak berwarna, mudah menguap, jernih, memiliki bau yang halus dan rasa yang pedas (Setyaningsih, 2006).

Adapun sifat fisika etanol sebagai berikut:

- Rumus molekul : C_2H_5OH
- Massa molar : 46,06844 g/mol
- Densitas : 0,7893 g/cm³
- Titik lebur : -114,14 °C
- Titik didih : 78,29 °C
- Keasaman (pK_a) : 15,9
- Viskositas : 0,841 cP (40 °C)
- *Flash point* : 16,60 °C
- Nilai *cetane* : 5-8
- Nilai kalor : 29,847 MJ/kg

Keunggulan etanol dibandingkan dengan metanol yaitu etanol tidak beracun sedangkan methanol beracun. Efek pemberian etanol pada biodiesel akan mengubah sifat fisik biodiesel dalam hal viskositas, *flashpoint*, densitas, nilai kalor. Pemberian etanol juga akan meningkatkan peforma pada biodiesel.

2.5 Pembakaran

Pembakaran didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator dengan menimbulkan nyala atau panas. Perbandingan campuran bahan bakar dan udara memegang peranan penting dalam menentukan hasil proses pembakaran. Laju aliran campuran udara-bahan bakar dipertahankan konstan, maka nyala api akan tetap stabil (*steady*) (Nurul K, 2014). Pada reaksi pembakaran terjadi beberapa proses yang berlangsung selama mulainya proses pembakaran hingga proses reaksi pembakaran berakhir. Adapun proses-proses tersebut meliputi: *pre-ignition*, *flaming combustion*, *smoldering combustion*, *glowing combustion*, dan *extinction*. Ada 3 syarat utama agar bisa terjadi reaksi pembakaran yaitu: bahan bakar, oksidator (oksigen), dan panas atau energi aktivasi.

Jenis-jenis pembakaran (*combustion*) yaitu:

1. Pembakaran sempurna (*complete combustion*), pada pembakaran ini reaktan atau bahan bakar akan terbakar dengan oksidator atau oksigen (O_2) menghasilkan

sejumlah produk yang terbatas. Jika hidrokarbon yang terbakar dengan oksigen, maka hanya dihasilkan gas karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O).

2. Pembakaran tidak sempurna (*incomplete combustion*), terjadi ketika percampuran antara oksidator (oksigen) untuk membakar reaktan (bahan bakar) yang tidak sesuai seperti, oksigen yang terlalu sedikit atau sebaliknya. Pada pembakaran yang tidak sempurna akan terbentuk zat yang tidak diinginkan seperti, karbon monoksida dan karbon (jelaga). Selain itu pada pembakaran tidak sempurna ditandai dengan terbentuknya asap.
3. *Turbulent combustion*, merupakan pembakaran yang menghasilkan api yang turbulen. Pembakaran ini banyak digunakan pada bidang industri, seperti turbin gas, mesin berbahan bakar bensin, dan sebagainya.
4. Pembakaran cepat (*rapid combustion*), pada pembakaran jenis ini proses pembakaran menggunakan energi yang banyak dan menghasilkan energi berupa cahaya dalam jumlah yang besar. Jika dalam pembakaran ini dihasilkan volume gas yang besar maka dapat menghasilkan tekanan tinggi yang bisa memicu ledakan.
5. Pembakaran lambat (*slow combustion*). Pembakaran jenis ini terjadi pada temperatur yang rendah.

Agar pembakaran terjadi dengan sempurna, perlu beberapa hal yang diperhatikan seperti:

- Jumlah udara (oksigen) yang disupply ke bahan bakar cukup.
- Volume ruang bakar yang luas sehingga memberikan waktu yang cukup bagi campuran bahan bakar-udara untuk terbakar sempurna.
- Campuran bahan bakar-udara terjaga di atas temperatur pengapiannya.
- Perbandingan oksidator dan reaktan harus sesuai.

2.5 Tekanan

Pressure atau tekanan merupakan suatu ukuran yang terdiri atas besarnya suatu gaya yang bekerja terhadap suatu benda untuk setiap satu satuan luas permukaan bidang tekan. Rumus umum untuk tekanan adalah:

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

P : Tekanan ($\text{N/m}^2 = \text{Pa}$)

F : Gaya (N)

A : Luas permukaan (m^2)

Tekanan yang disebabkan oleh air disebut tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang terjadi di bawah air. Tekanan hidrostatik disebabkan adanya berat air yang membuat cairan tersebut mengeluarkan tekanan. Tekanan suatu cairan tergantung pada kedalaman cairan di dalam suatu ruang, gravitasi juga menentukan tekanan air tersebut. Hubungan ini dapat dirumuskan: " $P = \rho gh$ " dimana ρ adalah massa jenis cairan, g (10 m/s^2) adalah gravitasi, dan h adalah kedalaman cairan.

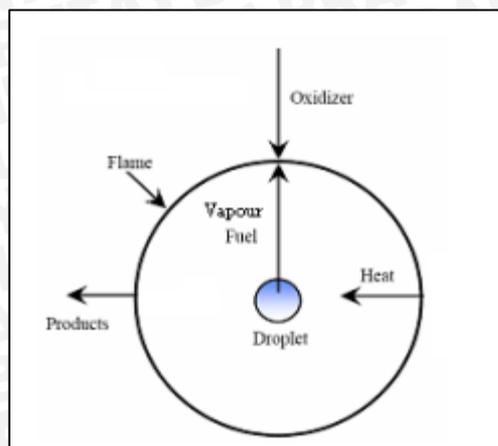
Sedangkan tekanan yang disebabkan oleh gas disebut tekanan atmosfer. Tekanan atmosfer yaitu tekanan yang diakibatkan oleh adanya gaya gravitasi bumi. Besarnya tekanan atmosfer di permukaan bumi berbeda-beda. Semakin dekat posisi tempat tersebut dengan permukaan bumi, maka akan semakin besar tekanannya.

Terdapat beberapa istilah dalam tekanan seperti, tekanan absolut, dan tekanan pengukuran. Tekanan absolute (*absolute pressure*) diukur relatif terhadap suatu keadaan hampa sempurna (*tekanan nol mutlak*), atau gaya per satuan luas yang bekerja pada dinding penampung fluida. Tekanan relative atau tekanan pengukuran (*gage pressure*) adalah selisih antara tekanan absolut dan tekanan atmosfer setempat.

Tekanan mutlak selalu positif, tetapi tekanan pengukuran dapat positif maupun negative, tergantung jika tekanan tersebut berada di atas tekanan atmosfer maka akan bernilai positif dan sebaliknya jika berada di bawah tekanan atmosfer maka akan bernilai negatif. Tekanan negative disebut juga sebagai tekanan hisap atau hampa.

2.7 Pembakaran pada Droplet

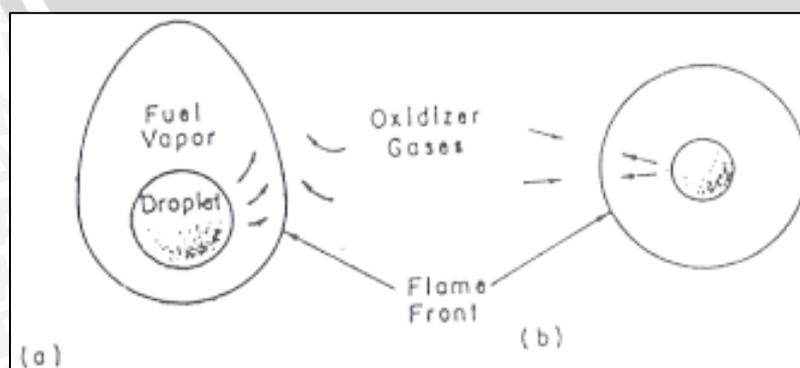
Pada proses pembakaran *droplet*, perambatan api yang terjadi akan menuju ke permukaan *droplet*. Suhu gas dari hasil pembakaran *droplet* yang lebih tinggi akan dipindahkan dengan cara konveksi menuju permukaan *droplet*. Panas yang diterima oleh permukaan *droplet* akan digunakan untuk memanaskan *droplet* menuju pada fase gas. Peristiwa ini disebut dengan penguapan (*evaporation*). Pada Gambar 2.4 berikut ini dapat dilihat tentang model pembakaran *droplet*.



Gambar 2.4 Model pembakaran *droplet*
Sumber: Choi and Dryer (2001)

Pada proses pembakaran biodiesel minyak kemiri sunan temperatur yang tinggi akan menyebabkan transfer panas dari nyala api menuju permukaan *droplet* berlangsung semakin cepat sehingga laju penguapan (*evaporation*) dari *droplet* meningkat.

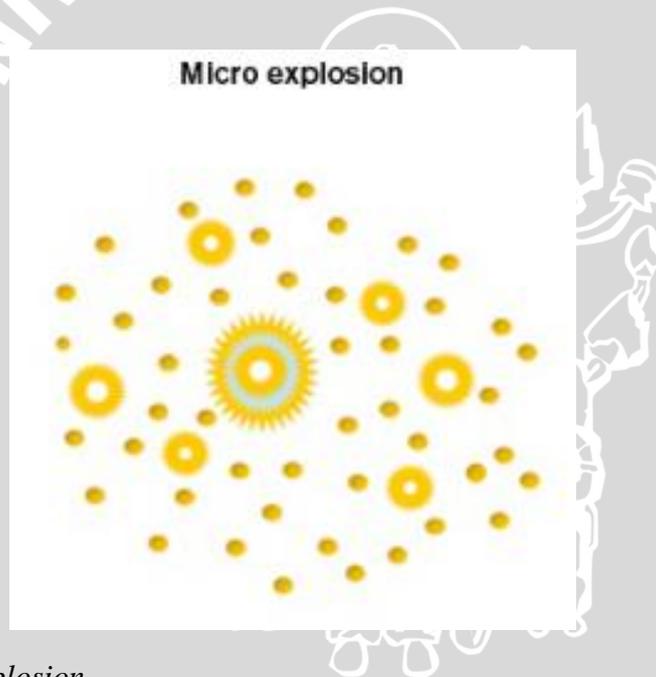
Ukuran *droplet* dan kondisi lingkungan sekitar dapat menentukan bentuk dari nyala api, bentuk nyala api bisa berupa bulat (*spherical*) dan tidak bulat (*non-spherical*). Bentuk nyala api tidak bulat (*non-spherical*) disebabkan oleh kecepatan relatif antara udara sekeliling dengan *droplet* juga dapat disebabkan oleh efek konveksi alami atau gravitasi. Jika ukuran *droplet* kecil, maka *droplet* ditahan oleh gas sekelilingnya dan kecepatan relatif antara gas dengan *droplet* menjadi sangat kecil. Hal ini menyebabkan nyala api dari *droplet* dapat mendekati *spherical*. Biasanya pada pembakaran *droplet* campuran alkohol (etanol atau metanol) dengan bahan bakar biodiesel atau solar terjadi fenomena ledakan yang disebut *microexplosion*. Permodelan nyala api *droplet nonspherical* dan *spherical* dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.5 Model nyala api *droplet* (A) *Nonspherical*, (B) *Spherical*
Sumber: Kuo (1986: 371)

2.8 Microexplosion

Microexplosion adalah fenomena ledakan yang muncul dari hasil proses pembakaran akibat campuran dua atau lebih bahan bakar yang memiliki titik didih yang berbeda. Dimana ledakan yang dihasilkan memiliki skala sangat kecil. *Microexplosion* terjadi ketika bahan bakar dipanaskan sehingga bahan bakar dengan titik didih yang lebih rendah akan cepat menguap dan berekspansi, memecah *droplet* menjadi sejumlah butiran yang lebih kecil. Butiran *droplet* yang lebih kecil yang dihasilkan akan mempercepat proses penguapan dan pencampuran bahan bakar dengan udara sehingga dapat mengurangi kelambatan penyalaan (*ignition delay*) dalam silinder untuk menghasilkan pembakaran sempurna dan mengurangi emisi gas buang (Helmantel, 2004; Ichingur dan Altiparmak, 2003; Borman dan Ragland, 1998). Fenomena *microexplosion* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Microexplosion*

Sumber: <http://www.fiercefuelsystems.com/HowItWorks.php>, (2014).

Menurut Alam (2013), *microexplosion* disebabkan karena kecepatan difusi massa yang terbatas dari *droplet*. Komponen yang memiliki volatilitas rendah tidak dapat muncul ke permukaan cukup cepat untuk mengimbangi laju penguapan yang lebih cepat dari komponen yang lain, sehingga fraksi massa dari komponen yang memiliki volatilitas lebih rendah di dalam *droplet* lebih besar daripada di permukaan. Sebagai konsekuensinya, walaupun temperatur permukaan *droplet* tidak melebihi nilai titik didihnya, temperatur di beberapa daerah dalam *droplet* kemungkinan lebih besar daripada

nilai *boiling point* sehingga terdapat gas yang terjebak didalam *droplet* menciptakan gelembung-gelembung uap bahan bakar. Seiring bertambahnya temperatur maka densitasnya akan menurun, volume gelembung-gelembung uap bahan bakar akan semakin besar serta tekanan pada gelembung akan meningkat. Peningkatan tekanan ini akan menyebabkan *droplet* biodiesel terpecah menjadi butiran-butiran yang lebih kecil (Wang, *et al* 1984).

Fenomena *microexplosion* memiliki keuntungan pada proses pembakaran yaitu meningkatkan nilai *burning rate* sehingga juga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Intensitas terjadinya *microexplosion* dan kekuatan *microexplosion* tergantung pada ukuran diameter *droplet*. Semakin besar diameter *droplet* maka akan semakin besar pula intensitas terjadinya *microexplosion* dan semakin besar kekuatan *microexplosion*.

2.9 Karakteristik Pembakaran

Karakteristi pembakaran merupakan karakteristik atau sifat yang terjadi pada saat proses pembakaran.

- Temperatur pembakaran

Temperatur pembakaran merupakan suhu yang dihitung pada saat proses pembakaran. Temperatur pembakaran dapat diukur dengan *thermocouple*.

- Dimensi api

Dimensi api merupakan ukuran api yang dihasilkan dari proses pembakaran. Ukuran api tersebut dapat berupa tinggi maupun lebar dari api.

- *Ignition delay*

Yaitu selisih antara waktu terjadinya pembakaran maksimal dengan waktu saat bahan bakar mulai disemprotkan, atau lebih sering disebut keterlambatan pembakaran. *Ignition delay* berpengaruh terhadap angka *cetane*, dimana angka cetana pada bahan bakar diesel merupakan bilangan yang menyatakan perlambatan penyalaan (*ignition delay*) dibandingkan dengan campuran volumetric cetana dan alpha methyl naphthalene pada mesin *CFR Engine* dibawah kondisi yang sama. (Tjokrowisastro dkk, 1990).

- *Burning rate* (kecepatan pembakaran)

Burning rate merupakan kecepatan reaksi pada proses pembakaran antara bahan bakar dengan oksidator.

2.10 Hipotesis

Sesuai dengan tinjauan pustaka, maka dapat diambil hipotesa yaitu penambahan etanol pada pembakaran biodiesel kemiri sunan akan menurunkan temperatur ruang bakar, karena nilai kalor etanol yang rendah. Penambahan etanol juga menaikkan nilai *burning rate*, namun menurunkan dimensi api (tinggi dan lebar api). Selain itu penambahan etanol akan meningkatkan *ignition delay*. Penambahan tekanan pada pembakaran etanol dan biodiesel kemiri sunan akan menaikkan *ignition delay*, *burning rate*, dan temperatur ruang bakar, namun menurunkan dimensi api (tinggi dan lebar api) Penambahan etanol pada biodiesel kemiri sunan akan memunculkan fenomena *microexplosion*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

