

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Hoxie (2013) meneliti perilaku pembakaran ledakan mikro dari *droplet* campuran minyak kedelai dan butanol dengan variasi campuran minyak kedelai. Pada penelitian ini digunakan campuran minyak kedelai dan butanol, dengan variasi volume minyak jarak sebesar 25%, 50%, dan 75%, pembakaran dilakukan dalam tekanan atmosfer, dan dengan diameter *droplet* sebesar 1,3 mm. Didapatkan bahwa pembakaran pada semua campuran *droplet* telah dicapai pada temperatur yang sama. Pada butanol murni menunjukkan bahwa nilai *flashpoint* menurun. Pada saat *flashpoint* rendah mungkin akan menghilangkan kebutuhan pada pemanasan awal suatu sistem. Pada pembakaran *droplet* minyak kedelai dan butanol terjadi fenomena *microexplosions*. Terjadinya fenomena *microexplosions* mengakibatkan nilai *burning rate* yang meningkat dan mengurangi jelaga yang dihasilkan, karena meningkatnya pencampuran bahan bakar dengan gas oksidasi disekitarnya. Pada penelitian ini didapatkan campuran 50%-60% minyak kedelai merupakan komposisi yang sangat baik untuk aplikasi dalam pembakaran semprot.

Butero (2011) melakukan penelitian mengenai pembakaran dari *droplet* etanol, biodiesel, dan campuran biodiesel, dengan melibatkan pergerakan jatuh bebas dari *droplet* dan kecepatan jatuhnya. Penelitian ini dilakukan untuk mencari karakteristik terbaik dari pembakaran *droplet* etanol, biodiesel, dan campuran biodiesel. Penelitian ini melibatkan pembakaran aliran jatuh bebas dari *droplet* yang dikendalikan oleh ukuran, jarak, dan kecepatan. Aliran yang jatuh sudah disesuaikan dengan saluran vertikal yang dihubungkan menuju ruang pembakaran. Untuk kecepatan aliran dibuat konstan dan fraksi molar pada aliran adalah 0,21. Dan untuk diameter *droplet* yang dibentuk berkisar 220-250 μm . Dihilangkan bahwa pada penambahan etanol pada pembakaran *droplet* dapat mengurangi warna kuning pada nyala api. Dengan berkurangnya warna kuning pada api dapat mengurangi temperatur pada api.

Siwale (2012) melakukan penelitian mengenai karakteristik pembakaran dan emisi pada campuran bahan bakar n-butanol dan diesel dalam mesin pembakaran kompresi *tubocharged*. Pada penelitian ini menggunakan piston empat silinder, dengan variasi kecepatan

1500, 2500, 3000, dan 3500 rpm, dan variasi sudut crank adalah 11° , 12° , dan 15° . Diharapkan bahwa penambahan n-butanol pada bahan bakar diesel menyebabkan pencampuran antara bahan bakar dan udara meningkat, karena proses pencampuran semakin cepat maka akan mengurangi nilai *ignition delay*.

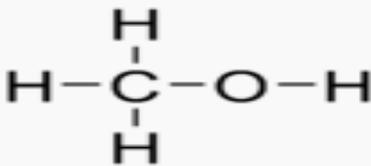
2.2 Alkohol

Alkohol merupakan istilah yang umum untuk senyawa organik apapun yang memiliki gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon. Alkohol memiliki rumus kimia umum yaitu : $C_nH_{2n+1}OH$, dan memiliki asam yang lemah, karena terdapat perbedaan keelektronegatifan antara oksigen dan hidrogen pada gugus hidroksil yang mampu melepaskan hidrogen dengan mudah.

Dalam dunia otomotif, alkohol dapat digunakan sebagai bahan bakar, dan juga alkohol dapat digunakan sebagai anti beku pada radiator. Selain berfungsi dalam dunia otomotif, alkohol juga dapat dijadikan sebagai : minuman beralkohol, antiseptik, dan pelarut.

2.2.1 Metanol

Metanol menurut IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol*, atau spirtus. Pada keadaan atmosfer, metanol berbentuk cairan yang ringan, tidak berwarna, mudah menguap, mudah terbakar, dan beracun (jika masuk ke dalam tubuh). Fungsi metanol ialah : bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan aditif perindustrian, dan bahan bakar.



Gambar 2.1 Rumus molekul metanol

Sumber : <https://en.wikipedia.org/wiki/Methanol>

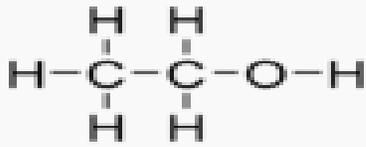
Adapun sifat fisik yang dimiliki metanol adalah :

- Rumus molekul : CH_3OH
- Massa molar : 32,04 g/mol
- Densitas : 0,7918 g/cm³
- Titik beku : -97 °C
- Titik didih : 64,7 °C
- Keasaman : 15,5 (pKa)
- Viskositas : 0,59 mPa (20 °C)
- *Flash point* : 10°C
- *Heating value* : 22,7 MJ/kg
- *Laent heat vaporization* : 920 kJ/L

Dalam proses penyimpanan metanol yang berjumlah kecil untuk keperluan laboratorium dapat disimpan dalam botol kaca atau kaleng yang berbahan lempengan baja, jangan menyimpan metanol dalam wadah yang berbahan plastik, karena akan terputusnya kandungan plastik tersebut dan bercampur dengan metanol. Dalam hal racun, metanol memiliki toksin yang tinggi jika digunakan kepada manusia. 10 mL methanol murni tertelan, akan dimetabolisme menjadi asam format, yang dapat menyebabkan kebutaan permanen karena merusak saraf optik. 30 mL berpotensi fatal, meskipun dosis mematikan biasanya 100 mL.

2.2.2 Etanol

Etanol merupakan molekul dengan dua atom karbon, memiliki ikatan tunggal diantaranya, dan juga terdapat gugus fungsional -OH (akhiran “-ol”) menurut *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC). Fungsi etanol tidak hanya dijadikan sebagai bahan minuman, melainkan dapat digunakan sebagai bahan pelarut, antiseptik, dan bahan organik, seperti : etil ester, dietil eter, etil amin, dan butadiene. Etanol juga dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, roket, pesawat, pembangkit listrik (untuk etanol 99%). Bahan bakar etanol tidak menimbulkan asap, karbon dioksida yang dihasilkan sedikit, dan oksigen yang dibutuhkan juga sedikit. Etanol memiliki sifat kimia yang tidak berwarna dan jernih. Selain itu etanol mempunyai sifat kimia, yaitu : mudah menguap, memiliki rasa pedas, dan memiliki bau yang halus (setyaningsih, 2006).



Gambar 2.2 Rumus molekul etanol

Sumber : <https://en.wikipedia.org/wiki/Ethanol>

Adapun sifat fisik yang dimiliki oleh etanol :

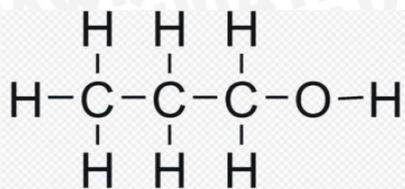
- Rumus molekul : $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- Massa molar : 46,06844 g/mol
- Titik beku : $-114,14\text{ }^\circ\text{C}$
- Titik didih : $78,29\text{ }^\circ\text{C}$
- Densitas : $0,7893\text{ g/cm}^3$
- Viskositas : 1,2 cP ($20\text{ }^\circ\text{C}$)
- Keasaman : 15,9 (pKa)
- *Flash point* : $16,60\text{ }^\circ\text{C}$
- *Heating value* : 29,84 MJ/kg
- *Latent heat vaporization* : 725 kJ/L

Etanol memiliki sifat racun yang telah diuji coba kepada beberapa hewan. Didapatkan bahwa dengan kadar etanol yang sedikit saja dapat terjadi iritasi kulit pada tikus, dan menyebabkan kebutaan terhadap kelinci. Pada proses penyimpanan etanol dapat disimpan di dalam wadah kaca ataupun logam. Namun dalam menjaga kualitas dari etanol, wadah penyimpanan dapat dilapisi dengan *phenolic resin*.

2.2.3 Propanol

Propanol menurut IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$. Propanol dalam dunia industri biasa disebut dengan isopropil alkohol. Propanol berfungsi dalam pembersihan kotoran pada sisa hasil solder, memisahkan air dari minyak pada tangki bahan bakar, dan juga digunakan dalam proses-

proses perindustrian. Sifat kimia dari propanol, yaitu : mudah terbakar, berwarna terang, dan berbau



Gambar 2.3 Rumus molekul propanol

Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Isopropyl_alcohol

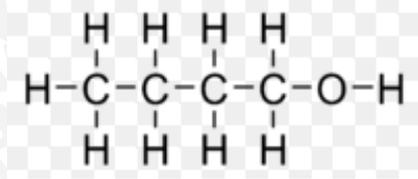
Adapun sifat fisik yang dimiliki oleh propanol adalah :

- Rumus molekul : $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$
- Massa molar : 60,1 g/mol
- Densitas : 0,786 g/cm³ (20°C)
- Titik beku : -89°C
- Titik didih : 82,6°C
- Keasaman : 16,2 pKa
- Viskositas : 2,21 cP (20°C)
- *Flash point* : 11,7°C
- *Heating value* : 33,6 MJ/kg
- *Latent heat vaporization* : 585 kJ/L

Propanol merupakan cairan yang mudah terbakar dan harus dianggap resiko yang berbahaya untuk terjadi kebakaran apabila terkena panas atau api. Maka dari itu penyimpanan propanol dianjurkan menggunakan *stainless steel* dan disimpan pada nitrogen kering, untuk menjaga kualitas dan menjaga terjadinya kelembaban yang dapat menimbulkan kebakaran.

2.2.4 Butanol

Butanol menurut IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) adalah alkohol primer dengan struktur 4 karbon, dan memiliki rumus kimia $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$. Butanol biasa digunakan dalam campuran parfum, pelarut cat, pewarna, dan lain-lain. Sifat kimia dari butanol yaitu : tidak berwarna, termasuk dalam cairan yang kental, dan memiliki bau yang menyengat.



Gambar 2.4 Rumus molekuler butanol

Sumber : <https://en.wikipedia.org/wiki/Butanol>

Adapun sifat fisik yang dimiliki oleh butanol adalah :

- Rumus kimia : $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$
- Massa molar : 74,12 g/mol
- Densitas : 0,81 g/cm³
- Titik beku : -89,8°C
- Titik didih : 117,7°C
- Keasaman : 16,1 pKa
- Viskositas : 3 cp (20°C)
- *Flash point* : 35°C
- *Heating value* : 26,7 MJ/kg
- *Latent heat vaporization* : 474 kJ/L

Pada proses penyimpanan butanol harus lebih hati-hati, dikarenakan dampak dari terkenanya butanol yang sangat banyak akan menyebabkan iritasi kulit, sakit kepala, mual, dan kelelahan. Oleh sebab itu bahan yang lebih cocok untuk penyimpanan butanol adalah *stainless steel* yang dijaga kelembabannya agar tidak terlalu tinggi.

Dari berbagai penjelasan mengenai jenis-jenis alkohol diatas, dapat dibandingkan masing-masing karakteristik dari jenis-jenis alkohol seperti pada tabel 2.1

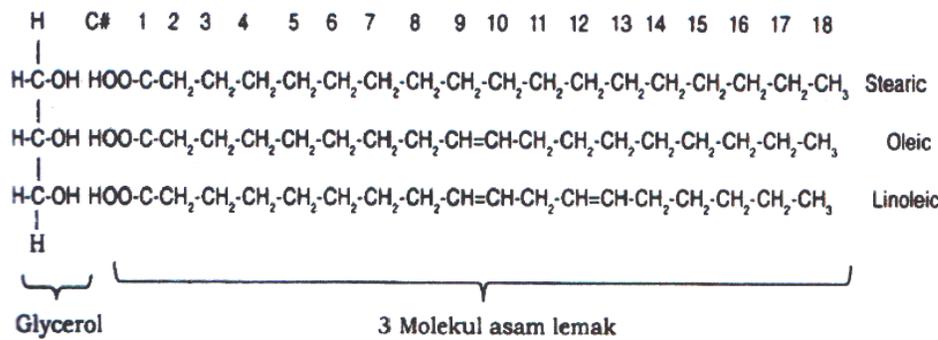
Tabel 2.1
Perbandingan karakteristik dari berbagai macam alkohol

Karakteristik	Metanol	Etanol	Propanol	Butanol
Rumus molekul	CH ₃ OH	C ₂ H ₅ OH	C ₃ H ₇ OH	C ₄ H ₉ OH
Massa molar (g/mol)	32,04	46,06844	60,1	74,12
Densitas (g/cm ³)	0,7918	0,7893	0,786	0,81
Titik beku (°C)	-97	-114,14	-89	-89,8
Titik didih (°C)	64,7	78,29	82,6	117,7
Viskositas (cp) pada 20°C	0,59	1,2	2,21	3
Keasaman (pKa)	15,5	15,9	16,2	16,1
Flash point (°C)	10	16,6	11,7	35
Heating value (MJ/kg)	22,7	29,84	33,6	26,7
Latent heat vaporization (kJ/L)	920	725	585	474

2.3 Minyak Nabati

Minyak nabati merupakan minyak yang berasal dari tumbuhan. Berdasarkan kegunaannya, minyak nabati dapat dibagi menjadi dua, yaitu : minyak nabati yang digunakan untuk industri pangan (*edible oil*), contohnya adalah minyak zaitun, minyak kelapa, dan lain-lain. Yang ke dua adalah minyak nabati yang digunakan untuk industri non pangan (*non edible oil*), contohnya adalah minyak jarak, minyak kayu putih, dan lain-lain (Ketaren, 1986).

Susunan pada minyak nabati terdiri dari molekul-molekul *triglyceride* yang terdiri dari *glycerol* yaitu alkohol dengan rantai 3 karbon sebagai rantai utama dan asam lemak dengan rantai 16 karbon atau 18 karbon yang memiliki 3 cabang (Wardana, 2008:37). Dan apabila semakin panjang rantai karbon pada asam lemak, maka akan semakin sulit untuk terbakar (Wijayanti, 2008).



Gambar 2.5 Susunan ikatan molekul trigliserida

Sumber : Wardana, 2008:38

Asam lemak adalah senyawa alifatik asam amino yang diperoleh dari proses hidrolisis lemak. Asam lemak dapat dibagi menjadi 2, yaitu :

a. Asam lemak jenuh

Asam lemak yang tidak mempunyai ikatan rangkap, contoh : asam stearat

b. Asam lemak tidak jenuh

Asam lemak yang mempunyai 1 atau lebih ikatan rangkap. Pada asam lemak tidak jenuh dapat dibagi menjadi 3, yaitu :

1. Memiliki 1 ikatan rangkap (*Mono Unsaturated Fatty Acid / MUFA*)

Contoh : asam oleat

2. Memiliki 2 ikatan rangkap (*Di Unsaturated Fatty Acid / DUFA*)

Contoh : asam linoleat

3. Memiliki lebih dari 3 ikatan rangkap (*Poly Unsaturated Fatty Acid / PUFA*)

Contoh : asam linolenat

Dikarenakan minyak nabati memiliki banyak kesamaan dengan hydrocarbon dalam petroleum nya, maka minyak nabati dapat merupakan *renewable resource* dan dapat dipilih untuk pengganti bahan bakar motor diesel (Wardana, 2008:38).

2.3.1 Minyak Jarak

Minyak jarak termasuk minyak nabati industri non pangan (berdasarkan kegunaannya) yang diperoleh dari proses pengekstrasian biji tanaman jarak (*Ricinus Communis*) dan biji jarak pagar (*Jatropha Curcas*) dengan cara memberikan tekanan tanpa pemanasan. Pada penelitian sebelumnya, terdapat 45-60% minyak pada satu daging biji jarak, karena itu daging biji jarak

pagar dapat dengan mudah diekstrasi. Lalu sisa dari proses ekstrasi dari daging biji jarak berupa ampas yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk yang kaya nitrogen.

Menurut Susilo Bambang (2006), tanaman jarak memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

- Mudah tumbuh dan berkembang biak
- Dapat tumbuh di berbagai jenis tanah
- Dapat beradaptasi dengan segala cuaca
- Sisa dari proses ekstrasi dapat digunakan sebagai pupuk kompos

2.3.2 Komposisi dan Karakteristik Minyak Jarak

Minyak jarak memiliki beberapa komposisi yang berupa asam lemak yang dapat dilihat pada tabel 2.2. Lalu untuk struktur kimia dari minyak jarak dapat dilihat pada gambar 2.6.

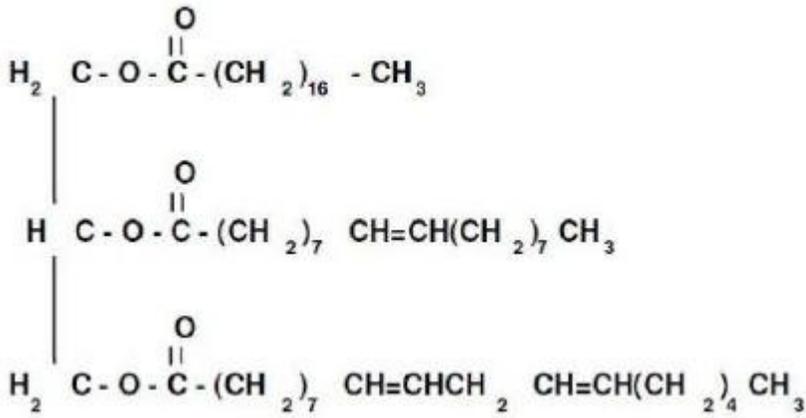
Tabel 2.2

Komposisi asam lemak pada minyak jarak

Jenis Asam Lemak	Nilai (%)
Asam Palmitic	4,2
Asam Oleic	43,1
Asam Linoleic	34,3
Asam Stearic	6,9
Asam lain-lain	1,4

Sumber : Wardana, 2008

Pada tabel 2.2 dapat dilihat bahwa asam lemak yang paling dominan adalah asam lemak oleat dan asam lemak linoleat, di mana kedua asam lemak tersebut termasuk kedalam asam lemak tak jenuh. Untuk struktur kimia pada minyak jarak dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur kimia minyak jarak
 Sumber : Warra, 2016

Sebenarnya kandungan minyak jarak mendekati minyak solar, namun terdapat perbedaan dalam sifat fisik yang dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3
 Sifat fisik minyak jarak dibandingkan minyak solar

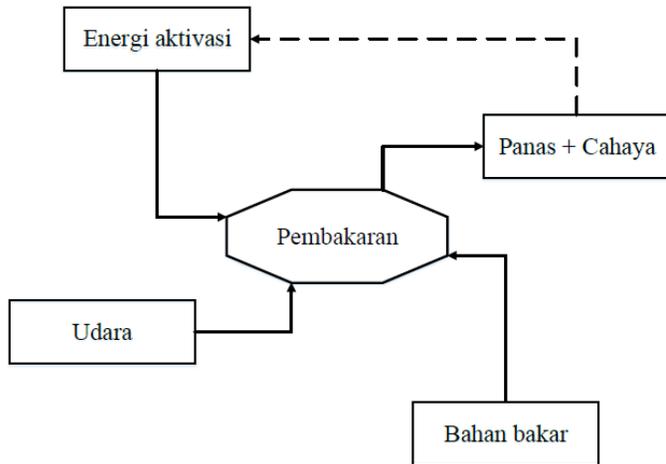
Parameter	Minyak Jarak	Minyak Solar
Flash point (°C)	240	80
Densitas pada 15°C (g/m ³)	0,92	0,85
Viskositas pada 30°C (cst)	52,6	3,60
Karbon (C)	16-18	8-10
Nilai kalor (kkal/kg)	9,470	10,170

Sumber : Wardana, 2008:43

2.4 Pembakaran

Pembakaran adalah suatu reaksi kimia antara bahan bakar dan pengoksidasi (udara atau oksigen) yang menghasilkan panas dan cahaya. Proses pembakaran dapat berlangsung jika terdapat :

- a. Bahan bakar
- b. Pengoksidasi (udara atau oksigen)
- c. Panas atau energi aktivasi



Gambar 2.7 Ilustrasi proses pembakaran
Sumber : Wardana, 2008:3

Panas atau energi di sini diperlukan agar molekul-molekul pada bahan bakar menjadi aktif. Panas atau energi yang dipakai untuk mengaktifkan molekul-molekul bahan bakar biasa disebut energi aktivasi. Pada proses pembakaran kontinyu, umumnya energi aktivasi diambil dari panas hasil pembakaran lewat cara radiasi seperti pada gambar 2.7.

Pembakaran dibagi menjadi dua jenis berdasarkan kondisi campuran oksigen dengan bahan bakar, yaitu :

1. Pembakaran *premixed*

Adalah proses pembakaran dimana oksigen (udara) dan bahan bakar dicampur terlebih dahulu secara mekanik sebelum pengapian, contoh : pembakaran pada motor bensin, pembakaran pada roket, dan las karbit

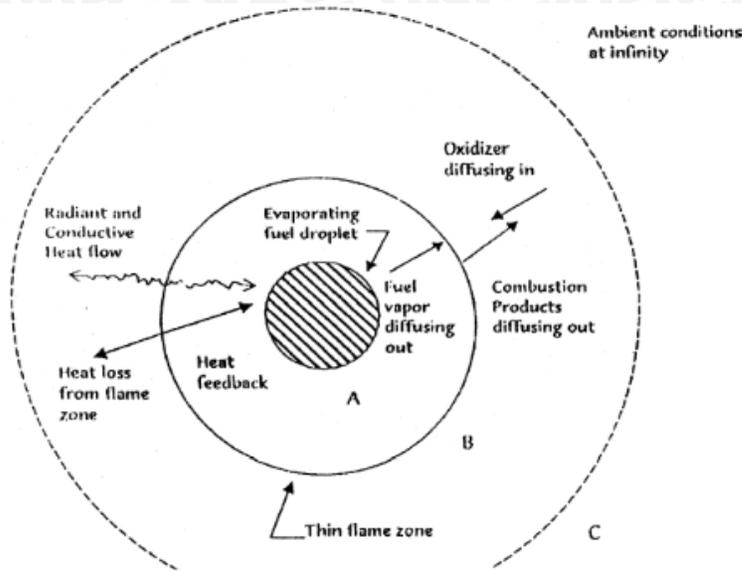
2. Pembakaran difusi

Adalah proses pembakaran dimana oksigen (udara) dan bahan bakar tercampur secara alami, contoh : pembakaran pada lilin dan pembakaran pada korek api.

2.4.1 Pembakaran *Droplet*

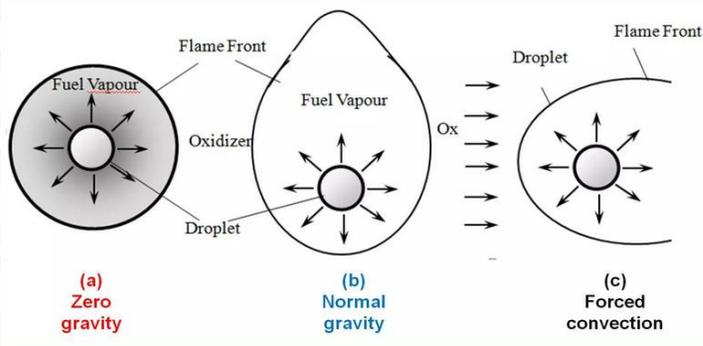
Pada umumnya, pembakaran terjadi apabila bahan bakar dengan jumlah tertentu disemprotkan pada tekanan tertentu sehingga bahan bakar berbentuk kabut. Di dalam kabut semburan bahan bakar terdapat banyak butiran-butiran kecil bahan bakar. Pembakaran *droplet* adalah pembakaran yang bermaksud untuk mengetahui proses pembakaran dalam bentuk butiran bahan bakar / *droplet*. Pembakaran *droplet* dilakukan dengan tujuan memperluas bidang

kontak antara bahan bakar dengan oksidator. Untuk model api pembakaran *droplet* dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Model api pembakaran *droplet*
 Sumber : Alam, 2011

Untuk bentuk dari nyala api yang dihasilkan dapat berbentuk bulat (*spherical*) ataupun tidak bulat (*non-spherical*) seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.9. Bentuk nyala api bulat biasanya terjadi pada keadaan tidak ada gaya gravitasi (*zero gravity*) dan juga karena tidak adanya kecepatan relatif (*relative velocity*) antara permukaan *droplet* dan gas sekitarnya, dimana fase gas dalam bilangan *Reynold* berdasarkan diameter *droplet* adalah 0 (Alam, 2011). Sedangkan pada bentuk nyala api tidak bulat terjadi dalam keadaan normal akibat dari efek gravitasi bumi dan konveksi alami, sehingga bentuk nyala api cenderung memanjang keatas. Pada bentuk nyala api tidak bulat dapat terjadi dalam keadaan konveksi paksa, dimana bentuk nyala api mengikuti arah aliran.



Gambar 2.9 Bentuk nyala api pada pembakaran *droplet*

Sumber : Virtual Combustion and Automation Laboratory (ITT Kanpur), 2008

2.4.2 Karakteristik Pembakaran *Droplet*

Karakteristik pembakaran *droplet* adalah sifat yang terjadi pada saat pembakaran *droplet*. Karakteristik disini akan membandingkan karakteristik pembakaran bahan bakar yang satu dengan yang lainnya. Karakteristik yang diamati yaitu :

a. *Ignition delay*

Ignition delay adalah waktu jeda antara bahan bakar saat dimasukkan dalam ruang bakar hingga bahan bakar tersebut mulai terbakar. Namun pada pembakaran *droplet*, *ignition delay* merupakan waktu jeda antara bahan bakar mulai dipanaskan hingga bahan bakar tersebut terbakar dan munculnya nyala api.

Ignition delay merupakan faktor penting dalam pembakaran, karena semakin tinggi nilai *ignition delay*, maka bahan bakar semakin sulit untuk terbakar, begitupun sebaliknya.

b. *Burning rate*

Burning rate (kecepatan pembakaran) adalah kinematika reaksi kimia yang menjelaskan tentang laju suatu reaksi bahan bakar dengan oksidator (udara). *Burning rate* pada pembakaran *droplet* dapat dicari dengan menggunakan perbandingan diameter *droplet* yang ditinjau dari luas permukaan, dikarenakan sulitnya menentukan *burning rate* berdasarkan massa *droplet* yang sangat kecil. Persamaan untuk mencari *burning rate* pada pembakaran *droplet* adalah :

$$D^2(t) = D_0^2 - K_c \cdot t \quad (\text{Mishra, 2014 : 34}) \quad (2-1)$$

Keterangan :

D : diameter *droplet* pada waktu tertentu (mm)

D_0 : diameter *droplet* awal (mm)

K_c : *burning rate constant* (mm^2/s)

t : *burning lifetime* (s)

c. Temperatur pembakaran

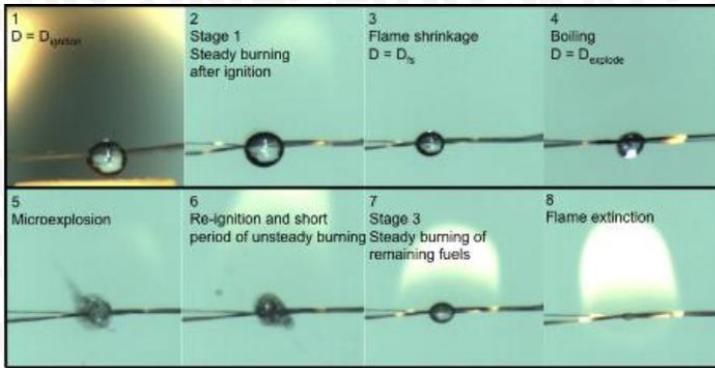
Temperatur pembakaran adalah suhu yang dihasilkan saat proses pembakaran sedang berlangsung. Nilai temperatur pembakaran biasanya dipengaruhi oleh nilai kalor, *heating value*, kecepatan pembakaran, dan jumlah pengoksidasi dalam bahan bakar. Untuk jumlah pengoksidasi dalam bahan bakar, apabila jumlahnya terlalu banyak akan menyebabkan panas maksimum yang tidak optimal.

d. Visualisasi nyala api

Visualisasi nyala api merupakan dimensi api yang dihasilkan pada saat proses pembakaran, baik dalam panjang maupun lebar. Visualisasi nyala api juga dapat menentukan cepat lambatnya reaksi pembakaran, semakin cepat reaksi pembakaran maka nyala api akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya.

2.5 *Microexplosion*

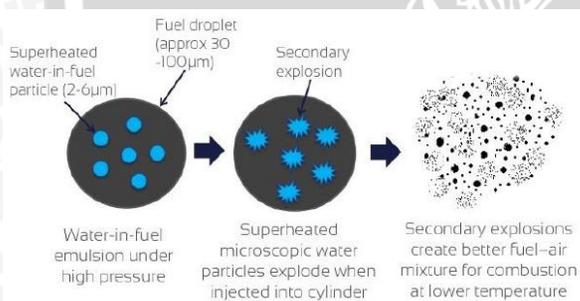
Microexplosion adalah suatu fenomena ledakan yang timbul dari hasil proses pembakaran akibat campuran dua atau lebih bahan bakar yang memiliki titik didih yang berbeda. Penyebab lain terjadinya *microexplosion* adalah perbedaan karakteristik, dan adanya udara yang masuk kedalam bahan bakar saat proses pembakaran. Pada gambar 2.10 menjelaskan tahapan-tahapan terjadinya *microexplosion*.



Gambar 2.10 Proses tahapan *microexplosion*

Sumber : Hoxie, 2013

Peristiwa *microexplosion* berakibat terhadap meningkatnya *burning rate* dan atomisasi, dikarenakan pada saat terjadinya *microexplosion* terdapat butiran-butiran yang pecah dari butiran bahan bakar awal yang menyebabkan meningkatnya *burning rate* (Botero, 2011). Pada gambar 2.11 menjelaskan bahwa kandungan air yang terdapat pada bahan bakar pada saat proses pembakaran menyebabkan terjadinya *microexplosion*.



Gambar 2.11 Skema tahapan *microexplosion*

Sumber : Blue Ocean Solutions Pte Ltd (2015)

2.6 Hipotesa

Secara umum penambahan alkohol kepada minyak jarak (dengan perbandingan volume alkohol dan minyak jarak sebesar 1 : 4), akan meningkatkan *burning rate*, menurunkan *ignition delay* dan temperatur nyala api, dan juga visualisasi nyala api akan berpengaruh.

Lalu diantara berbagai jenis alkohol (metanol, etanol, propanol, dan butanol), jika dilihat dari karakteristik masing-masing alkohol, didapatkan jenis yang paling baik adalah propanol, karena memiliki nilai *flash point* yang cukup rendah, meskipun etanol memiliki nilai *flash point* yang lebih rendah, namun dalam nilai *heating value* propanol memiliki nilai yang

jauh lebih tinggi dari jenis yang lain. Dan juga propanol memiliki nilai *latent heating value* yang cukup kecil dibandingkan dengan jenis yang lain, meskipun butanol memiliki nilai *latent heating value* yang lebih rendah dari propanol, namun jarak nilainya tidak terlalu jauh dari pada jenis yang lainnya.

