

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Tsuji (1982), meneliti tentang pembakaran dengan metode *counterflow burner*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode ini sesuai untuk mempelajari struktur api, karakteristik reaktan dan oksidator, serta AFR (*Air Fuel Ratio*).

Lim dan Viskanta (2000), meneliti pengaruh pemanasan awal udara (*air preheat*) terhadap struktur nyala difusi pada medan aliran berlawanan dengan menggunakan bahan bakar metana. Pada penelitian ini, temperatur udara diatur besarnya dari kisaran 300 K sampai dengan 560 K. Kenaikan pemanasan awal udara akan menyebabkan konsentrasi CO dan H₂ yang dihasilkan berada pada kenaikan puncaknya.

Katta (2004), meneliti tentang kriteria *extinction* pada nyala api difusi dalam medan aliran berlawanan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *strain rates* dari nyala api dinamik atau tidak tunak akan lebih tinggi dari pada nyala api tunak (*steady flames*).

Furjiyanto (2008), meneliti pengaruh rasio *gap* diameter nosel (L-d) terhadap karakteristik nyala difusi pada medan aliran berlawanan. Hasil yang di dapatkan salah satunya adalah pada saat mendekati proses *extinction*, nyala api di dominasi oleh nyala api biru. Hal ini disebabkan ketika mendekati *extinction*, suplai udara ke dalam zona reaksi pembakaran semakin besar, sehingga dominasi nyala api kuning yang menunjukkan besar konsentrasi karbon semakin berkurang dan tergantikan dengan dominasi nyala api biru yang menunjukkan konsentrasi oksidan (*exceed air*).

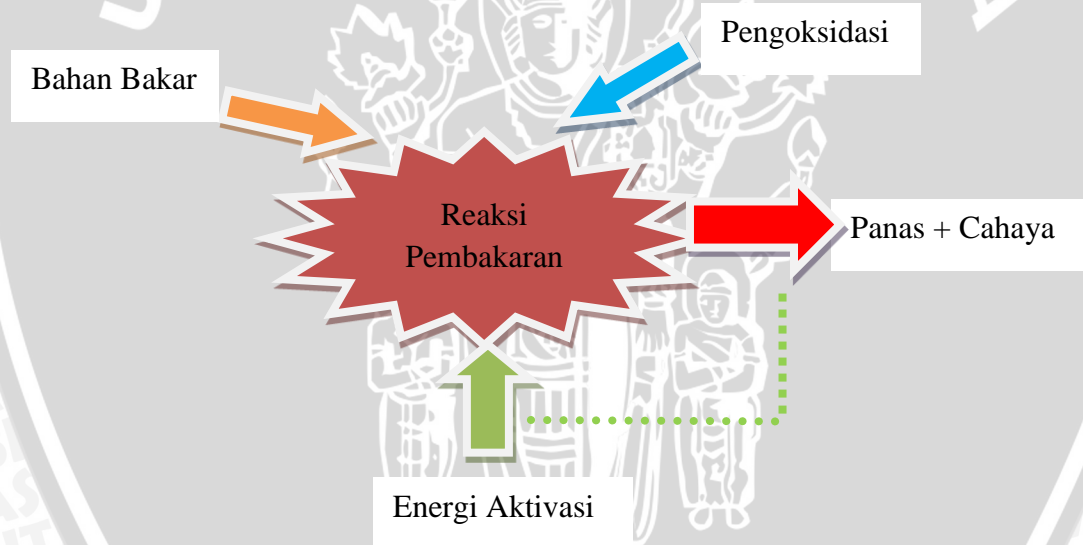
Chen (2011), meneliti mengenai karakteristik pembakaran biogas menggunakan metode *Counterflow burner* dengan penambahan Hidrogen pada campuran bahan bakar. Metode ini dapat memperlihatkan pengaruh pada karakteristik pembakaran biogas saat dilakukan penambahan Hidrogen. Selain itu, dalam penelitian tersebut dapat dilakukan optimalisasi bahan bakar biogas tanpa melalui proses pemurnian yang rumit. Pemurnian yang dimaksud adalah kandungan biogas dengan kandungan pengotor lain seperti CO₂.

2.2 Pengertian dan Reaksi Pembakaran

Pembakaran dapat diartikan sebagai reaksi kimia yang terjadi antara bahan bakar dan pengoksidasi yang dapat menghasilkan panas dan cahaya (Wardana, 2008:3). Selain itu pembakaran dikatakan sebagai reaksi eksotermis dimana terjadi proses lepasnya

ikatan-ikatan kimia lemah bahan bakar akibat pemberian energi tertentu dari luar menjadi atom-atom yang bermuatan aktif sehingga mampu bereaksi dengan oksigen lalu membentuk ikatan molekul-molekul yang kuat yang mampu menghasilkan cahaya dan panas dalam jumlah yang besar (Wardana, 2008:7). Beberapa syarat agar terjadinya reaksi pembakaran adalah adanya bahan bakar, pengoksidasi dan energi aktivasi.

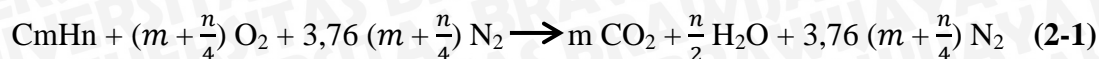
Bahan bakar adalah sesuatu yang dapat melepas panas ketika dioksidasi dan mengandung unsur-unsur seperti oksigen, karbon, nitrogen dan sulfur. Bahan bakar terbagi menjadi tiga jenis, yaitu bahan bakar padat, bahan cair dan bahan bakar gas. Sedangkan oksidator adalah sesuatu yang mengandung oksigen, contohnya adalah udara. Jumlah oksigen yang tersedia dalam proses pembakaran harus sesuai agar tercapainya proses pembakaran yang sempurna. Kemudian energi aktivasi adalah energi yang digunakan untuk mengaktifkan molekul-molekul bahan bakar sehingga molekul tersebut bermuatan. Hubungan antara ketiga syarat dengan reaksi pembakaran terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Ilustrasi Proses Pembakaran

Sumber : Wardana (2008:1)

Proses pembakaran akan menghasilkan panas sehingga disebut sebagai oksidasi eksotermis. Oksigen yang dibutuhkan dalam pembakaran berasal dari udara kering, dimana udara kering tersusun dari 21% oksigen dan 79% nitrogen. Persamaan 2-1 merupakan contoh reaksi pembakaran hidrokarbon murni C_mH_n :



Reaktan

Produk

Bila terjadi pembakaran tidak sempurna, maka akan dihasilkan produk CO, CO₂ dan H₂O. Selain itu juga akan terbentuk hidrokarbon tak jenuh, kadang juga menghasilkan karbon. Berdasarkan hal tersebut, maka ada dua hal penting agar pembakaran bisa berlangsung yaitu adanya kesetimbangan massa dan kesetimbangan energi. Dalam kesetimbangan massa, massa yang diperlukan disebut stoikiometri. Sedangkan kesetimbangan energi yang diterapkan ketika proses pembakaran berlangsung diturunkan dari prinsip-prinsip termokimia.

2.2.1 Pembakaran Stoikiometri

Pembakaran stoikiometri adalah pembakaran dimana semua atom dari pengoksidasi akan menjadi berbagai macam produk ketika bereaksi secara kimia. Tujuan pembakaran stoikiometri adalah untuk mengetahui banyaknya udara (oksidator) agar mampu mengoksidasi bahan bakar untuk menghasilkan produk pembakaran. Produk pembakaran tersebut adalah karbon dioksida (CO₂), nitrogen (N₂), asam sulfida (H₂S) dan uap air (H₂O).

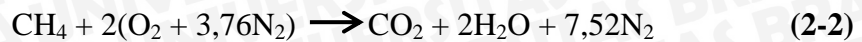
Telah disebutkan sebelumnya, bahwa salah satu syarat terjadinya pembakaran adanya pengoksidasi. Pengoksidasi yang dimaksud adalah oksigen yang di dapat dari udara. Selain terdiri dari oksigen, udara juga mengandung nitogen, argon, karbon dioksida, uap air dan gas-gas lain dalam jumlah kecil. Komposisi dari udara dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Udara

Udara	Proporsi	
	Volume (%)	Massa (%)
Nitrogen	78,08	75,52
Oksigen	20,95	23,14
Argon	0,93	1,28
CO ₂	0,03	0,05

Sumber : Bayong (2004)

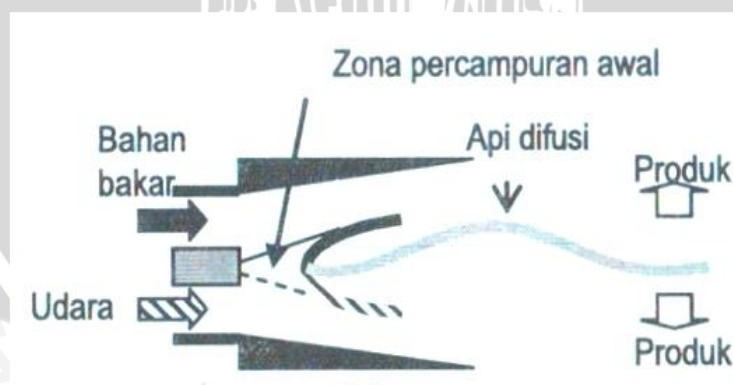
Pembakaran di katakan pembakaran sempurna, apabila hasil dari pembakaran tersebut tidak mengandung oksigen. Contoh dari pembakaran stoikiometri dari bahan bakar metana (CH_4) dapat dilihat pada persamaan 2-2 sebagai berikut:



Pada persamaan diatas, perbandingan koefisien oksigen (O_2) dan nitrogen (N_2) adalah 1 : 3,76. Hal ini dikarenakan asumsi presentase oksigen dalam udara sebesar 21% dan presentase nitrogen dalam udara sebesar 79%. Untuk dapat mencapai pembakaran sempurna semua atom karbon (C) diharapkan terbakar menjadi CO_2 dan semua atom H_2 dapat terbakar menjadi H_2O . Akan tetapi, pada keadaan aktual pembakaran sempurna hampir tidak tercapai, di karenakan proses pembakaran yang begitu kompleks. Kompleks yang dimaksud adalah proses pembakaran tidak hanya bergantung pada metode atau bentuk model ruang bakarnya, tetapi juga bergantung pada kondisi udara, bahan bakar serta temperatur pembakaran.

2.2.2 Pembakaran Difusi

Pada pembakaran difusi, bahan bakar dan pengoksidasi (udara) awalnya terpisah. Kemudian bahan bakar dan pengoksidasi (udara) akan bercampur secara alami. Campuran bahan bakar dan pengoksidasi (udara) akan terbakar secara difusi apabila kondisinya mencapai stokiometri dan mendapat panas yang cukup (Wardana, 2008:182). Contoh pembakaran difusi adalah nyala api pada lilin, pembakaran pada turbin gas, pembakaran pada mesin diesel dan lain-lain.



Gambar 2.2 Skema Proses Pembakaran Difusi

Sumber : Wardana (2008:149)

Pada Gambar 2.2 menunjukkan skema proses pembakaran difusi, dimana dalam skema tersebut adanya zona pencampuran awal setelah masuknya udara dan bahan

bakar. Pada zona pencampuran awal tersebut terjadi proses difusi dan permukaan api akan terbentuk.

2.2.3 Udara Berlebih (*Excess Air*)

Udara berlebih (*excess air*) merupakan penambahan jumlah udara pada proses pembakaran. Tujuan penambahan udara ini dimaksudkan untuk memperbesar kemungkinan agar terjadi pembakaran sempurna. Presentase udara berlebih (*excess air*) dilambangkan dengan λ seperti pada persamaan 2-3 sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{AFR \text{ aktual} - AFR \text{ stoik}}{AFR \text{ stoik}} \times 100\% \quad (2-3)$$

Keterangan :

λ = faktor kelebihan udara (%)

$\lambda = 1$, apabila dipergunakan udara stoikiometri

$\lambda > 1$, apabila dipergunakan udara berlebih

$\lambda < 1$, apabila kekurangan udara

Nilai AFR dapat dihitung dengan perbandingan antara jumlah mol atau pun jumlah massa molekul. Presentase udara berlebih (*excess air*) diberikan untuk menambah jumlah udara agar lebih besar dari jumlah udara yang dibutuhkan pada proses pembakaran. Jumlah presentase udara berlebih (*excess air*) dengan presentase udara yang dibutuhkan pada proses pembakaran disebut udara teoritis. Adapun udara teoritis dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Udara teoritis} &= 100\% + \text{presentase udara berlebih} \\ &= (100 + \lambda) \% \end{aligned}$$

$$\text{Persentase udara berlebih} = \text{udara teoritis} - 100\%$$

2.3 Karakteristik Nyala Api

2.3.1 Stabilitas Nyala Api

Satu hal yang patut dipertimbangkan dalam merancang *gas burners* adalah tidak terjadinya fenomena *lift off* dan *blow off*. Stabilitas nyala api pada suatu pembakaran berhubungan dengan fenomena *lift off*, *blow out*, *extinction* dan warna nyala api.

Fenomena *lift off* terjadi apabila kecepatan aliran campuran udara-bahan bakar lebih cepat daripada kecepatan pembakaran. *Lift off* menunjukkan ketidakstabilan nyala yang dapat mengakibatkan terjadinya padam (*extinction*). Sedangkan bila terjadi

peningkatan laju alir lebih lanjut yang menyebabkan nyala api semakin menjauhi nosel sehingga api akan padam, fenomena ini disebut *blowout*.

Fenomena *lift off* merupakan suatu hal yang tidak diharapkan karena dapat memberikan ruang untuk gas tidak terbakar atau pembakaran yang tidak sempurna. Stabilitas nyala api adalah proses pembakaran yang berlangsung secara stabil tanpa mengalami fenomena-fenomena yang telah dijelaskan tersebut.

2.3.2 Batas Mampu Nyala (*Flammability Limits*)

Sifat bahan bakar, kecepatan pancaran bahan bakar terhadap pengoksidasi dan konsentrasi bahan bakar sangat mempengaruhi nyala api. Apabila konsentrasi bahan bakar berada di bawah dari batas nyala bahan bakar maka tidak akan terjadi proses pembakaran, dikarenakan tidak adanya api yang terbentuk. Kemudian, jika konsentrasi bahan bakar berada diantara batas nyala bawah (*lower flammability limit*) dan batas nyala atas (*upper flammability limit*) tetapi konsentrasi pengoksidasi terlalu banyak maka api akan padam. Pada Tabel 2.2 dapat dilihat batas mampu nyala api dari berbagai jenis bahan bakar.

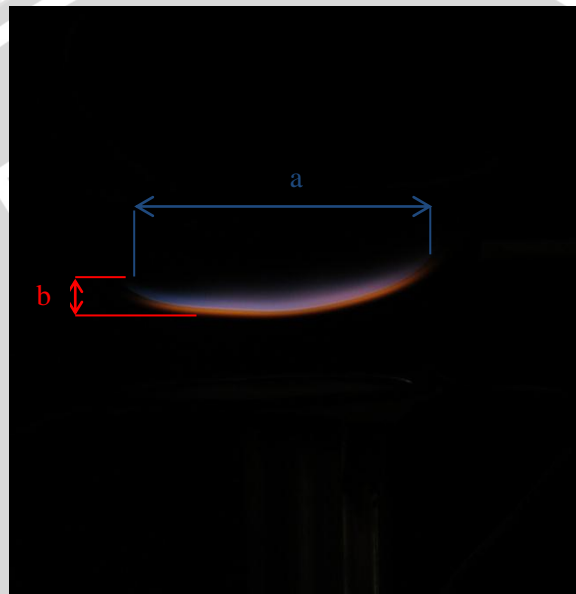
Tabel 2.2 Batas Mampu Nyala Api

	Lower flammability limit (L)			L _{C_{st}}	Upper flammability limits (U)		U _{C_{st}}	S _L (m/s)	Minimum ignition energy (mJ)	Minimum quenching distance (mm)
	% Vol	g/m ³	kJ/m ³		% Vol	g/m ³				
Hydrogen	4	3.6	435	0.13	75	67	2.5	3.2	0.01	0.5
Carbon Monoxide	12.5	157	1591	0.42	74	932	2.5	0.43		
Methane	5	36	1906	0.53	15	126	1.6	0.37	0.26	2
Ethane	3	41	1952	0.53	12.4	190	2.2	0.44	0.24	1.8
Propane	2.1	42	1951	0.52	9.5	210	2.4	0.47	0.25	1.8
n-Butane	1.8	48	2200	0.58	8.4	240	2.7	0.42	0.26	1.8
n-Pentane	1.4	46	2090	0.55	7.8	270	3.1	0.42	0.22	1.8
n-Hexane	1.2	47	2124	0.56	7.4	310	3.4	0.42	0.23	1.8
n-Heptane	1.05	47	2116	0.56	6.7	320	3.6	0.42	0.24	1.8
n-Octane	0.95	49	2199	0.58						
n-Nonane	0.85	49	2194	0.58						
n-Decane	0.75	48	2145	0.56	5.6	380	4.2	0.4		
Ethene	2.7	35	1654	0.41	36	700	5.5	>0.69	0.12	1.2
Propene	2.4	46	2110	0.54	11	210	2.5	0.48	0.28	
Butene-1	1.7	44	1998	0.5	9.7	270	2.9	0.48		
Acetylene	2.5	29	1410					1.7	0.02	
Methanol	6.7	103	2141	0.55	36	810	2.9	0.52	0.14	1.5
Ethanol	3.3	70	1948	0.5	19	480	2.9			
n-Propanol	2.2	60	1874	0.49	14	420	3.2	0.38		
Acetone	2.6	70	2035	0.52	13	390	2.6	0.5	1.1	
Methyl ethyl ketone	1.9	62	1974	0.52	10	350	2.7			
Diethyl ketone	1.6	63	2121	0.55						
Benzene	1.3	47	1910	0.48	7.9	300	2.9	0.45	0.22	1.8

Sumber : H.F. Coward and G.W. Jones (1952:503)

2.3.3 Warna Api

Warna api dipengaruhi oleh besar campuran bahan bakar dan pengoksidasinya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa campuran bahan bakar dibagi menjadi tiga, yaitu campuran stoikiometri, campuran kaya bahan bakar (*fuel-rich mixture*) dan campuran miskin bahan bakar (*fuel-lean mixture*). Pada campuran kaya bahan bakar, warna api akan terlihat lebih terang. Sedangkan pada campuran miskin bahan bakar, warna api akan terlihat lebih redup.



Gambar 2.3 Nyala api pada *counterflow diffusion burner*

Gambar 2.3 menunjukkan visualisasi dari nyala api lilin dan nyala api yang terbentuk pada *counterflow diffusion burner*. Warna api kuning menandakan konsentrasi karbon disebabkan oleh jumlah bahan bakar yang lebih banyak dibandingkan pasokan udara yang ada. Sedangkan ketika suplai udara ke dalam zona reaksi lebih besar maka api yang terbentuk berwarna biru disebabkan konsentrasi karbon berkurang.

2.3.4 Lebar Api

Gambar 2.3 menunjukkan nyala api yang terbentuk pada *counterflow diffusion burner*. Lebar api yang dimaksud dalam hal ini adalah titik a seperti pada Gambar 2.3 tersebut.

Lebar api dipengaruhi oleh laju aliran dari reaktan dan fraksi bahan bakar pada permukaan api serta fraksi bahan bakar pada sumbu nosel. Semakin besar laju reaktan,

maka lebar api yang tercipta akan semakin besar. Kemudian apabila semakin besar konsentrasi bahan bakar di sumbu nosel maka akan membuat api semakin lebar dan sebaliknya. Semakin kecil fraksi stoikiometri pada permukaan api maka semakin lebar api, dikarenakan semakin banyak udara yang disuplai untuk setiap kilogram bahan bakar.

2.3.5 Tebal Api

Menurut Alejandro (2005) yang meneliti tentang pengaruh tekanan terhadap nyala api premiks sebagian pada medan aliran berlawanan dengan reaktan H_2 -udara. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan kenaikan tekanan, ketebalan masing-masing zona reaksi (*reaction zone*) akan semakin turun. Kemudian yang paling penting jarak antara masing-masing zona reaksi akan semakin turun juga.

Dari penelitian tersebut dapat diasumsikan bahwa pada *burner gap* yang lebih besar akan menghasilkan nyala api yang lebih tebal / tinggi, sedangkan pada *burner gap* yang lebih kecil akan menghasilkan api yang lebih tipis. Tebal api yang dimaksud dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 2.3 pada titik b.

2.4 Biogas

Proses aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik yang terdegradasi secara natural nantinya akan menghasilkan sebuah gas yang biasa disebut biogas. Biogas bisa berasal dari kotoran hewan ternak atau sampah organik yang ada di lingkungan kita. Sehingga keuntungan dari penggunaan biogas selain menjadi bahan bakar, dapat pula mengurangi volume sampah yang ada.

Kandungan utama biogas adalah CH_4 (50%-70%) dan CO_2 (30%-40%). Banyaknya kandungan gas metana yang terdapat di dalam biogas tergantung dari sumber bahan yang digunakan. Apabila kandungan CH_4 tinggi, maka biogas tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi, sedangkan bila biogas tersebut lebih banyak mengandung CO_2 maka akan menyebabkan penurunan nilai kalor dalam biogas tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Karim (1991) menunjukkan bahwa gas CO_2 menjadi penghambat dalam reaksi pembakaran karena menurunkan nilai kalor pembakaran, hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan energi yang dihasilkan pada proses pembakaran. Selain itu gas CO_2 juga akan menyerap sebagian panas dari proses pembakaran seiring dengan naiknya temperatur.

Selain terdiri dari kandungan CH₄ dan CO₂, biogas memiliki sisa-sisa residu gas lain yang sifatnya dapat merugikan dalam proses pembakaran. Residu yang dihasilkan memiliki variasi berbeda tergantung pada jenis substrat yang digunakan sebagai bahan utama. Pada umumnya residu sisa residu yang lain seperti H₂S (0%-10%), H₂ (5%-10%) dan N₂ (1%-2%). Tabel 2.3 dibawah akan memperlihatkan komposisi biogas.

Tabel 2.3 Komposisi Biogas

No.	Nama Gas	Rumus Kimia	Jumlah
1	Metana	CH ₄	54% - 70%
2	Karbon dioksida	CO ₂	27% - 45%
3	Nitrogen	N ₂	3% - 5%
4	Hidrogen	H ₂	0% - 1%
5	Karbon Monoksida	CO	0,1%
6	Oksigen	O ₂	0,1%
7	Hidrogen Sulfida	H ₂ S	<1%

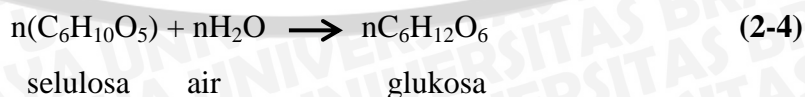
Sumber: Munawaroh (2010)

2.4.1 Prinsip Pembentukan Biogas

Proses pembentukan biogas merupakan hasil dari beberapa proses prosedur yang berhubungan. Bahan awal secara berkelanjutan dipecah menjadi unsur-unsur yang lebih kecil. Sejumlah mikro organisme tertentu terlibat dalam proses pembentukan tersebut. Ada empat proses utama pada reaksi *anaerobic digesting* yaitu :

a. Hidrolisis atau tahap pelarutan

Tahap pertama yaitu proses hidrolisis, dimana pada proses ini bertujuan mengubah bahan-bahan tidak larut seperti selulosa, polisakarida dan lemak menjadi larut dalam air, seperti karbohidrat dan asam lemak dengan bantuan enzim selulase, protease atau lipase. Tahap ini dilakukan pada digester (suatu tangki kedap udara) dengan temperatur 25°C. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



b. Asidogenik atau tahap pengasaman

Tahap selanjutnya yaitu proses asidogenik, dimana bakteri *Pseudomonas*, *Escherchia*, *Flavobacterium* atau *Acidogenesis* menghasilkan asam asetat

Gas ini tidak berbau, tidak berwarna dan lebih berat daripada udara. Adapun spesifikasi dari karbon dioksida adalah sebagai berikut :

- Massa molar : 44,01 kg/kmol
- Densitas / massa jenis pada suhu 25°C (ρ) : 1,6658 kg/m³
- Kalor spesifik pada tekanan konstan (C_p) : 0,846 kJ/kg.K
- Kalor spesifik pada volume konstan (C_v) : 0,657 kJ/kg.K

2.4.4 Oksigen (O₂)

Oksigen merupakan salah komponen penyusun udara. Oksigen dihasilkan melalui proses fotosintesis tumbuhan dan berguna untuk kelangsungan hidup manusia dan hewan. Oksigen memiliki peranan penting dalam proses pembakaran, karena tanpa adanya oksigen tidak akan terjadi proses pembakaran. Adapun spesifikasi dari oksigen adalah sebagai berikut :

- Massa molar : 32,06 kg/kmol
- Densitas / massa jenis pada suhu 25°C (ρ) : 1,31725 kg/m³
- Kalor spesifik pada tekanan konstan (C_p) : 0,918 kJ/kg.K
- Kalor spesifik pada volume konstan (C_v) : 0,661 kJ/kg.K

2.4.5 Nitrogen (N₂)

Nitrogen merupakan suatu gas yang tidak mudah terbakar, tidak reaktif, tidak mencemari dan tidak beracun. Gas ini mempunyai manfaat yang cukup potensial dalam berbagai lingkup kehidupan, yaitu :

- a. Mengurangi atau menghilangkan nyala api atau ledakan
- b. Digunakan pada proses metalurgi
- c. Pengapalan LNG dan minyak mentah
- d. Meminimalkan terjadinya reaksi oksidasi

Apabila nitrogen dihirup pada tekanan 3 atm, nitrogen akan berubah sifat menjadi zat anestesik sehingga akan menyebabkan *nitrogen narcosis*, yaitu kondisi tidak dapat merasakan bagian tubuh sebagian. Nitrogen juga dapat larut dalam darah, sehingga mengakibatkan dekompresi ketika gelembung nitrogen terbentuk dalam aliran darah. Adapun spesifikasi dari nitrogen adalah sebagai berikut :

- Massa molar : 28,013 kg/kmol
- Densitas / massa jenis pada suhu 25°C (ρ) : 1,1513 kg/m³

- Kalor spesifik pada tekanan konstan (C_p) : 1,040 kJ/kg.K
- Kalor spesifik pada volume konstan (C_v) : 0,74 kJ/kg.K

2.5 *Inhibitor*

Inhibitor merupakan sebuah zat penghambat dalam reaksi pembakaran. Pada saat proses pembakaran molekul-molekul *inhibitor* akan terurai dan bekerja dengan mengganggu rantai reaksi pembakaran. Gas CO_2 merupakan salah satu contoh *inhibitor*, karena CO_2 menyerap sebagian kalor dari proses pembakaran. Hal tersebut mengakibatkan penurunan nilai kalor pembakaran.

2.6 *Counterflow Diffusion Burner*

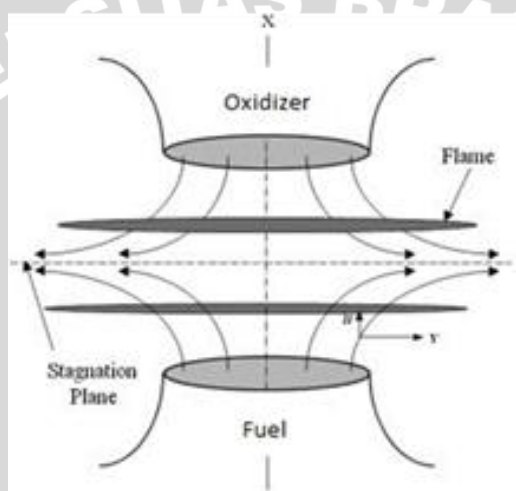
Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Tsuji (1982), menurutnya *counterflow diffusion burner* merupakan sebuah metode yang cocok digunakan untuk mempelajari secara rinci struktur api difusi, mengetahui karakteristik reaktan dan oksidator, serta mengetahui efektivitas dari *inhibitor* dalam pembakaran. Selain itu, Li (2002) dan Sasongko (2011) juga menyatakan bahwa metode *counterflow diffusion burner* cocok untuk mempelajari struktur api yang dipengaruhi oleh kandungan bahan bakar, massa alir bahan bakar, serta karakteristik reaktan dan pengoksidasi.



Gambar 2.4 Nyala Api pada *Counterflow Diffusion Burner*

Sumber : Yuji (2004)

Pada metode *counterflow diffusion burner* seperti Gambar 2.3, pengoksidasi akan dialirkan melalui tabung nosel bagian atas dan bahan bakar akan dialirkan melalui tabung nosel bagian bawah. Nyala api stagnasi akan dihasilkan pada posisi *stagnation plane*. Nyala api yang paling stabil akan di dapatkan ketika volume aliran bahan bakar dan pengoksidasi besarnya sama, serta dengan penambahan nitrogen pada bahan bakar dan pengoksidasi dengan jumlah yang proporsional. Variabel yang digunakan untuk mengatur durasi dari area nyala dan gradient temperatur sepanjang nyala adalah debit konsentrasi bahan bakar dan pengoksidasi. Selain itu juga dengan mengatur jarak antar nosel (*burner gap*).



Gambar 2.5 Skema dari *Counterflow Diffusion Burner*

Sumber : Soo Kim Jeung (2011)

2.7 Burner Gap

Pada metode *counterflow diffusion burner* terdapat istilah *burner gap* yang berarti jarak antara nosel tabung pengoksidasi dan nosel tabung bahan bakar. Pengaturan *burner gap* dapat mempengaruhi hasil nyala api pembakaran. Penggunaan *burner gap* yang kecil menyebabkan api yang terbentuk akan semakin tipis, sedangkan penggunaan *burner gap* yang semakin besar menyebabkan api yang terbentuk semakin tebal. Hal ini disebabkan ketika jarak antar nosel semakin rapat maka tekanan yang diberikan oleh kedua nosel tersebut semakin besar sehingga mengakibatkan tumbukan yang lebih kuat dan menyebabkan nyala api semakin tipis serta sebaliknya. *Burner gap* pada pembakaran metode *counterflow diffusion burner* dapat dilihat pada Gambar 1.1.

2.8 Hipotesis

Dalam penelitian kali ini dapat diambil hipotesis mengenai karakteristik nyala api yaitu warna api dan lebar api. Pada campuran kaya bahan bakar, warna api akan terlihat lebih terang. Sedangkan pada campuran miskin bahan bakar, warna api akan terlihat lebih redup. Kemudian semakin besar konsentrasi dan laju reaktan maka akan menghasilkan api yang lebih melebar.

Pada hipotesis perbedaan jarak antar nosel (*burner gap*), ketika jarak antar nosel semakin renggang maka akan dihasilkan nyala api yang lebih tebal dan ketika jarak antar nosel semakin rapat maka akan dihasilkan nyala api yang semakin tipis. Hal ini disebabkan ketika jarak antar nosel semakin rapat maka tekanan yang diberikan oleh kedua nosel tersebut semakin besar sehingga mengakibatkan tumbukan yang lebih kuat dan menyebabkan nyala api semakin tipis serta sebaliknya.

