

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Nurhadi Saputra (2016), melakukan penelitian menggunakan tungku gasifikasi sekam padi tipe *downdraft* kontinu dengan variasi kecepatan udara. Penelitian menggunakan variasi kecepatan udara 6,0 m/s, 70 m/s, dan 8,0 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan udara maka akan berpengaruh pada semakin cepatnya waktu penyalaan dan temperature pembakaran yang dihasilkan semakin tinggi, tetapi waktu nyala efektif api semakin singkat.

Bambang Purwantono, dkk (2011) melakukan penelitian tentang gasifikasi dengan judul Kajian Dimensi Tenggorokkan Ruang Reduksi Gasifikasi Tipe *downdraft* Untuk Gasifikasi Limbah Tongkol Jagung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa desain thoart atau tenggorokkan tungku dan tinggi ruang reduksi berpengaruh nyata terhadap nyala efektif tungku dan produksi gas. Waktu nyala efektif yang besar ditentukan oleh suhu reduksi yang tinggi dan stabil. Suhu diatas 350°C dan tinggi ruang reduksi 10 cm mampu memberi kinerja gasifikasi secara optimal.

Jokor Burhantoro (2016), melakukan penelitian tentang gasifikasi dengan judul Pengaruh Distributor Udara Pada Tungku Gasifikasi *Updraft*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan

penggunaan pipa distribusi udara dengan spesifikasi diameter pipa 300 mm, panjang 600 mm, dan jumlah lubang 165 lubang yang berdiameter 10mm mampu menghasilkan temperature pembakaran yang lebih tinggi, penyalaan awal yang lebih cepat, dan nyala efektif yang lebih lama. Hal ini disebabkan karena dengan penggunaan distribusi udara ini suplay udara ketungku menjadi lebih lancar sehingga suplay udara untuk pembakaran ditungku menjadi lebih bagus.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Biomassa**

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak. Selain digunakan untuk tujuan primer serat, bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Yang digunakan adalah bahan bakar biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya (Pari dan Hartoyo, 1983).

Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena

beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu, dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian (Widarto dan Suryanta, 1995).

Potensi biomassa di Indonesia adalah cukup tinggi. Dengan hutan tropis Indonesia yang sangat luas, setiap tahun diperkirakan terdapat jutaan ton limbah kayu yang terbangun dan belum dimanfaatkan, demikian juga sekam padi, tongkol jagung, dan tempurung kelapa yang merupakan limbah pertanian dan perkebunan, memiliki potensi yang besar sekali.

Tabel 2.1 Jenis Tanaman Beserta Limbah Biomassa

No	Jenis Tanaman	Jenis limbah biomasa
1	Kelapa Sawit	Tandan kosong, cangkang, fibre, limbah cair
2	Tebu	Bagasse
3	Karet	Kayu karet
4	Kelapa	Cangkang, serabut
5	Kayu	Limbah kayu
6	Padi	Sekam padi
7	Ketela	Limbah ketela
8	Jagung	Limbah jagung

Sumber : Irhan Febijanto. 2007. BPPT Jakarta.

### 2.2.2. Gasifikasi

Gasifikasi adalah suatu proses perubahan bahan bakar padat secara termokimia menjadi gas, dimana udara yang diperlukan lebih rendah dari udara yang digunakan untuk proses pembakaran. Produk yang dihasilkan dapat dikategorikan menjadi tiga bagian utama, yaitu: padatan, cairan dan gas permanen.

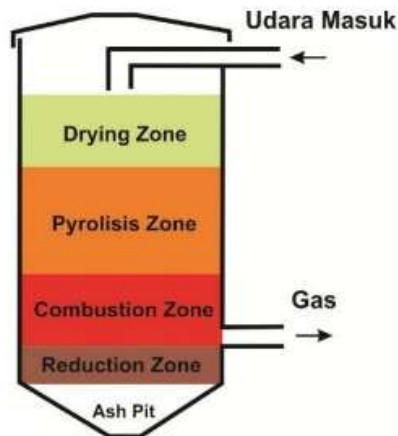
Gas hasil gasifikasi terdiri dari gas-gas yang dapat dibakar yaitu  $CO$ ,  $H_2$  dan  $CH_4$ , pengotor *inorganic* berupa gas-gas yang tidak dapat terbakar seperti  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  serta debu halus dan pengotor organik yaitu Tar. Komposisi gas yang terkandung sangat tergantung pada komposisi dari unsur yang digunakan sebagai bahan bakar.

#### 1. Jenis-jenis Gasifikasi

Berdasarkan arah alirannya gasifikasi dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

##### a. Gasifikasi aliran searah (*Downdraft gasification*)

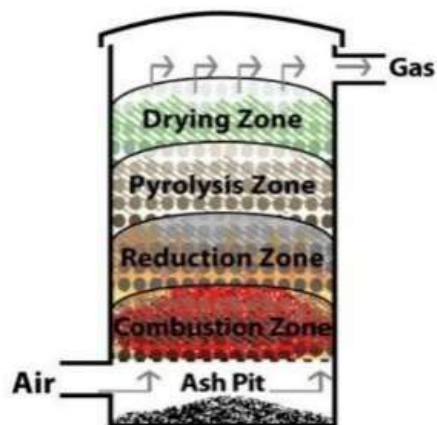
yaitu arah aliran padatan dan gas sama-sama kebawah.



Gambar 2.1 Gasifikasi *Downdraft*

Sumber : <http://www.enggcyclopedia.com>

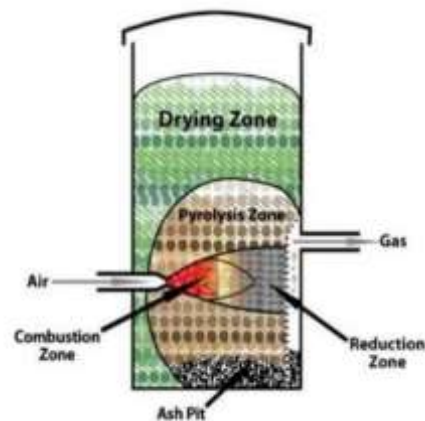
- b. Gasifikasi aliran berlawanan (*Updraft gasification*) yaitu arah aliran padatan kebawah sedangkan arah aliran gas keatas.



Gambar 2.2 Gasifikasi *Updraft*

Sumber : <http://www.enggcyclopedia.com>

- c. Gasifikasi *Crosdraft* yaitu arah aliran gas dijaga mengalir mendatar dengan aliran padatan kebawah.



Gambar 2.3 Gasifikasi *Crossdraft*

Sumber : <http://www.enggcyclopedia.com>

## 2. Tahapan Proses Gasifikasi

### a. *Drying* atau pengeringan ( $T > 150^{\circ}\text{C}$ )

Pada tahap pengeringan, kandungan air pada bahan bakar padat diuapkan oleh panas yang diserap dari proses oksidasi.

### b. *Pirolisis* atau *devolatilisasi* ( $150^{\circ}\text{C} < T < 550^{\circ}\text{C}$ )

*Pirolisis* atau *devolatilisasi* disebut juga sebagai gasifikasi parsial. Suatu rangkaian proses fisik dan kimia terjadi selama proses *Pirolisis* yang dimulai secara lambat pada  $T < 100^{\circ}\text{C}$  dan terjadi secara cepat pada  $T > 200^{\circ}\text{C}$ . Proses *Pirolisis* dimulai pada temperatur sekitar  $230^{\circ}\text{C}$ . Produk *Pirolisis* umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas ringan ( $\text{H}_2, \text{CO}, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CH}_4$ ), tar dan arang.

c. Oksidasi atau pembakaran ( $70^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$ )

Oksidasi atau pembakaran arang merupakan reaksi terpenting yang terjadi didalam *gasifier*. Oksigen yang dipasok kedalam *gasifier* bereaksi dengan bahan yang mudah terbakar. Hasil reaksi tersebut adalah  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang secara berurutan direduksi ketika kontak dengan arang yang diproduksi pada *pirolisis*.

d. Reduksi ( $50^{\circ}\text{C} < T < 120^{\circ}\text{C}$ )

Reduksi merupakan tahapan gasifikasi yang melibatkan suatu rangkaian reaksi endotermik yang didukung oleh panas, serta diproduksi dari reaksi pembakaran. Produk yang dihasilkan pada proses ini adalah gas bakar, seperti:  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ .

### 2.2.3 Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi bulir beras yang terdiri dari dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomasa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8-

12% dan beras giling antara 50-63,5% dari bobot awal gabah. Sekam padi adalah salah satu energi alternatif yang dapat digunakan untuk menanggulangi krisis energi yang terjadi saat ini khususnya di daerah pedesaan. Energi sekam padi tidak hanya jumlahnya berlimpah tetapi juga merupakan energi terbarukan, tidak seperti sumber bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas dan bukan merupakan energi terbarukan.

Tabel 2.2 Energi gas hasil pembakaran sekam padi

Parameter	Nilai (% vol)
CO	12,0
H <sub>2</sub>	4,0
CH <sub>4</sub>	3,0

Sumber : Samsudin Anis, dkk. 2009. Fakultas Teknik

Universitas Negeri Semarang.

#### 2.2.4 Bonggol Jagung

Bonggol jagung merupakan salah satu limbah bagian tanaman yang belum banyak dimanfaatkan. Dengan demikian, limbah tongkol jagung akan terus meningkat jumlahnya. Cara yang paling mudah yang dilakukan petani untuk menangani limbah tersebut adalah dengan membakarnya. Tentu saja ini akan menjadi masalah baru bagi lingkungan, terutama karena pembakaran itu akan menimbulkan polusi. Kualitas pembakaran biomassa limbah



tongkol jagung dapat ditingkatkan dengan proses karbonisasi. Pada temperatur karbonisasi yang semakin tinggi akan diperoleh kadar karbon terikat dan nilai kalor yang semakin tinggi.

Ditinjau dari komposisi kimiawinya, tongkol jagung mengandung beberapa unsur, antara lain:

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Bonggol Jagung

Komponen	Kandungan (%)
Kadar air	9.6
Abu	1.5
Pati	0.014
Pektin	3.0
Hemiselulosa	36.0
Selulosa	41.0
Lignin	6.0

Sumber : Widodo Teguh Wikan, dkk. 2006. Badan Litbang Pertanian.

### 2.2.5 Pembakaran

Pembakaran adalah proses oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Bahan bakar merupakan substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung karbon, hidrogen, oksigen dan sulfur. Sementara oksidator adalah segala substansi yang mengandung oksigen yang akan bereaksi dengan bahan bakar (Mahandri, 2010).

Tujuan dari pembakaran adalah melepaskan seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar. Berdasarkan gas

sisanya yang dihasilkan, pembakaran dibedakan menjadi dua macam yaitu:

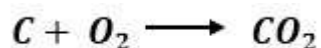
1. Pembakaran sempurna, yaitu pembakaran yang terjadi dimana seluruh bahan yang terbakar membentuk gas karbondioksida ( $CO_2$ ), air ( $H_2O$ ), dan sulfur ( $SO_2$ ), sehingga tidak ada lagi bahan yang tersisa.
2. Pembakaran tidak sempurna, yaitu pembakaran yang terjadi apabila hasil dari pembakaran berupa gas karbon monoksida ( $CO$ ) dan gas lain, dimana salah satu penyebabnya adalah kekurangan oksigen.

Tabel 2.4. Unsur kimia

Unsur	Berat molekul (kg/kg.mol)
C	12
O <sub>2</sub>	32
H <sub>2</sub>	2
S	32
N <sub>2</sub>	28
CO <sub>2</sub>	44
SO <sub>2</sub>	64
H <sub>2</sub> O	18

Reaksi dari unsur-unsur bahan bakar dalam proses pembakaran sempurna adalah:

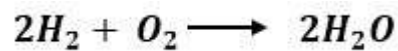
- a. Pembakaran karbon menjadi karbon dioksida



Untuk membakar 12 kg mol karbon memerlukan 32 kg oksigen untuk membentuk 44 karbon dioksida, oleh karena

itu 1 kg karbon memerlukan 32/12 atau 2,67 kg mol oksigen dalam pembakaran.

- b. Pembakaran hidrogen menjadi air



Untuk membakar 4 kg hidrogen memerlukan 32 kg oksigen, oleh karena itu 1 kg hidrogen memerlukan 32/4 atau 8 kg oksigen untuk membentuk air.

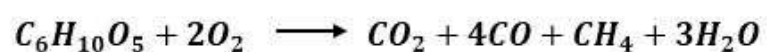
- c. Pembakaran belerang menjadi belerang dioksida



Untuk membakar 32 kg sulfur memerlukan 32 kg oksigen, oleh karena itu 1 kg sulfur memerlukan 32/32 atau 1 kg oksigen dalam pembakaran.

Reaksi pembakaran dalam proses gasifikasi sekam padi (pembakaran tidak sempurna karena kekurangan oksigen) adalah:

Reaksi Pembakaran Sekam Padi ( $C_6H_{10}O_5$ ) Sekam padi ( $C_6H_{10}O_5$ ) direaksikan dengan oksigen murni ( $O_2$ ) akan melepaskan satu molekul karbon dioksida ( $CO_2$ ), empat molekul karbon monoksida ( $4CO$ ), satu molekul metana ( $CH_4$ ) dan tiga molekul air ( $3H_2O$ ).



Sekam padi ( $C_6H_{10}O_5$ ) direaksikan dengan udara ( $O_2 + 3,76N_2$ ) akan melepaskan empat molekul karbon monoksida ( $4CO$ ), dua molekul hidrogen ( $2H_2$ ), satu molekul metana ( $CH_4$ ), satu molekul air ( $H_2O$ ), satu molekul karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan 3,76 molekul nitrogen ( $3,76N_2$ ).

