

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari tumbuhan dan hewan yang tersusun dari atom karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O). Biomassa juga mencakup gas dan cairan dari material non – fosil dan degradasi bahan organik. Pada dasarnya biomassa terbentuk dari interaksi karbon dioksida (CO₂), udara, air, tanah dan sinar matahari (Basu, 2010). Biomassa merupakan sumber energi ramah lingkungan yang sumber karbonnya berasal dari CO₂ di udara. Pembakaran biomassa menghasilkan CO₂ yang sama jumlahnya dengan yang terserap oleh proses fotosintesis (Reed dan Das, 1988).

Penggunaan biomassa untuk menghasilkan panas secara sederhana sebenarnya telah dilakukan oleh nenek moyang kita beberapa abad yang lalu. Penerapannya masih sangat sederhana, biomassa langsung dibakar dan menghasilkan panas. Pembakaran langsung terhadap biomassa memiliki kelemahan, sehingga pada penerapan saat ini mulai menerapkan beberapa teknologi untuk meningkatkan manfaat biomassa sebagai bahan bakar. Salah satu penerapan teknologi konversi yaitu gasifikasi biomassa. Sumber energi biomassa dapat digunakan sebagai energi alternatif karena mempunyai beberapa kelebihan antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*). Oleh karena itu potensi limbah biomassa di Indonesia dapat dikembangkan menjadi sumber energi alternatif bahan bakar gas.

Tabel 2.1 Jenis dan Jumlah Limbah Biomassa di Indonesia

No	Jenis Limbah	Jumlah pertahun (10 ⁶ ton)
1	Jerami dan sekam padi	7,9
2	Limbah potongan kayu	2,1
3	Limbah pengergajian kayu	1,8
4	Tempurung dan sabut kelapa	9,9
5	Tempurung dan sabut kelapa sawit	1,6
6	Limbah kayu karet	2,9
7	Tongkol jagung	1,6
Jumlah		27,8

Sumber : Anonim (2018) dalam badan Inventarisasi Pertanian dan Kehutanan di Indonesia

2.2 Kayu Akasia

Akasia juga dikenal sebagai pohon duri, dalam bahasa Inggris disebut *whistling thorns* ("duri bersiul ") atau *Wattles*, atau *yellow-fever acacia* ("akasia demam kuning") dan *umbrella acacias* ("akasia payung"). Menurut klasifikasi komponen kimia kayu Indonesia (Anonim,1976), kelompok Akasia dari *spesies A. auriculiformis A.cunn* dan *A. decurrens Willd* termasuk kelompok tinggi (45 %) dalam hal kandungan selulosa, kadar lignin dan pentosa rendah (18 - 21 %), sedangkan zat ekstraktif dan kadar abu tergolong tinggi (3 – 6 %).

Akasia tumbuh secara alami di hutan tropis lembap di Australia bagian timur laut, Papua Nugini dan Kepulauan Maluku kawasan timur Indonesia. Di Indonesia, jenis ini pertama kali diintroduksi ke daerah lain selain Kepulauan Maluku pada akhir tahun 1970-an sebagai jenis pohon untuk program reboisasi (Pinyopusarerk, dkk. 1993).

Kayu akasia biasanya digunakan untuk keperluan industri *pulp* and *paper* dan sebagai perabot rumah tangga. Limbah kayu akasia yang banyak ditemukan berupa serbuk gergajian kayu, serpihan kayu, dan potongan kayu. Kayu akasia dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar karena memiliki nilai kalori sebesar 3.800–4.000 kal/kg, Selain itu daunnya dapat digunakan sebagai pakan ternak. (Haruni dkk., 2011).

Tabel 2.2 Analisa Proksimat dan Ultimat Biomassa Kayu Akasia

	Komponen	Komposisi
Analisa Proksimat	Abu	0,40 %
	Kadar Air	12,84 %
	Zat Terbang	70,78 %
	Karbon tetap	15,98 %
Analisa Ultimat	C	45,26 %
	H	5,99 %
	N	0,38 %
	S	0,13 %
	O ₂	47,99 %
Nilai Kalor		3998,95 kal/gr

(Sumber: Nukman (2009))

2.3 Gasifikasi

Gasifikasi suatu proses perubahan bahan bakar padat secara termokimia menjadi gas, dimana udara yang diperlukan lebih rendah dari udara yang digunakan untuk proses pembakaran. Gasifikasi biomassa merupakan reaksi konversi termal yang mengubah bahan bakar padat menjadi gas yang mudah terbakar. Gas yang mudah terbakar dari gasifikasi disebut juga gas *producer* yang terdiri dari gas CO, H₂, CH₄ (Rajvanshi, 1986). Tujuan dari gasifikasi adalah untuk memutuskan ikatan dari molekul kompleks menjadi gas yang sederhana yaitu Hidrogen dan karbon monoksida (H₂ dan CO). Kedua gas ini merupakan gas yang mudah terbakar serta memiliki kerapatan energi dan densitas. Hal ini inilah yang menyebabkan pembakaran yang melalui proses gasifikasi memiliki emisi yang lebih bersih. Proses gasifikasi terdiri dari beberapa tahapan yang memiliki kondisi termal berbeda.

Gasifikasi umumnya terdiri dari empat proses, yaitu pengeringan, pirolisis, oksidasi, dan reduksi. Penjelasan lebih lanjut mengenai proses- proses tersebut disampaikan pada uraian berikut ini :

1. Zona Pengeringan

Pengeringan terjadi pada temperatur sekitar 25 – 150 °C. Proses ini akan menguapkan sebagian besar kandungan air dalam bahan baku. Pada zona ini tidak terjadi perubahan kimia selain penguapan air.

2. Zona Pirolisis

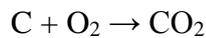
Pirolisis atau devolatilisasi disebut juga sebagai gasifikasi parsial. Suatu rangkaian proses fisik dan kimia terjadi selama proses pirolisis yang dimulai secara lambat pada $T < 350$ °C dan terjadi secara cepat pada $T > 800$ °C. Produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu syngas (H₂, CO, CO₂, H₂O, dan CH₄), tar, dan arang. Secara umum reaksi yang terjadi pada pirolisis beserta produknya adalah :

Biomassa → arang + uap air + gas + tar

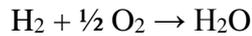
3. Zona Oksidasi/Pembakaran (Combustion)

Arang (C), tar, minyak tanah (kerosin), gas hasil tahap pirolisis kemudian akan teroksidasi oleh oksigen dari udara. Panas yang dihasilkan dari reaksi ini

digunakan untuk proses pengeringan dan reaksi endoterm lainnya. Reaksi yang terjadi pada proses pembakaran adalah sebagai berikut :

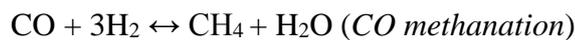
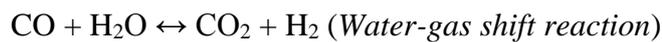
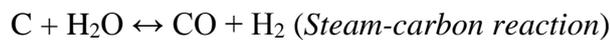
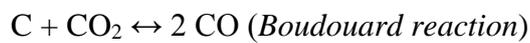


Reaksi pembakaran lain yang berlangsung adalah oksidasi hidrogen yang terkandung dalam bahan bakar membentuk kukus. Reaksi yang terjadi adalah :



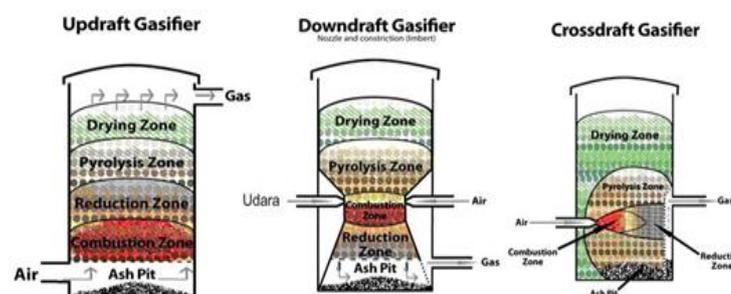
4. Zona Reduksi

Reduksi melibatkan suatu rangkaian reaksi endotermik yang menggunakan panas yang diproduksi dari reaksi pembakaran. Produk yang dihasilkan pada proses ini adalah gas bakar, seperti H_2 , CO , dan CH_4 . Reaksi berikut ini merupakan empat reaksi yang umum terlibat pada gasifikasi.



2.4 Jenis Gasifikasi Berdasarkan Arah Aliran Fluida Gas

Berdasarkan arah aliran fluida gas di dalam reaktor gasifikasi, dapat dibedakan menjadi: reaktor aliran searah (*downdraft gasifier*), reaktor aliran berlawanan (*updraft gasifier*) dan reaktor aliran menyilang (*crossdraft gasifier*). Pada *downdraft gasifier*, arah aliran gas dan arah aliran padatan adalah sama-sama ke bawah. Pada *updraft gasifier*, arah aliran padatan ke bawah sedangkan arah aliran gas mengalir ke atas. Sedangkan gasifikasi *crossdraft* arah aliran gas dijaga mengalir mendatar dengan aliran padatan ke bawah (Hadi, dkk.,2013).



Gambar 2.1 Tipe Gasifier Berdasarkan Arah Aliran Fluida Gas

Sumber : arie (2011), jenis-jenis gasifier unggul tetap

Penelitian ini menggunakan *downdraft gasifier*, dengan pemanasan udara awal dan pengisian ulang. Berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan yang dimiliki sistem gasifikasi dengan metode arah aliran searah :

Kelebihan :

- Dapat diisi bahan bakar secara kontinyu terus menerus selama proses pembentukan gas berlangsung tanpa menghentikan penyalaan pembakaran.
- Menghasilkan gas bebas tar sehingga masalah lingkungan yang ditimbulkan lebih kecil dari pada *updraft gasifier*.
- Waktu yang dibutuhkan untuk penyalaan bahan bakar lebih singkat jika dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan oleh *updraft gasifier*

Kekurangan :

- Hanya dapat digunakan oleh bahan bakar (biomassa) tertentu karena sangat sensitif terhadap kelembaban biomassa, umumnya gasifikasi tipe ini dapat bekerja dengan efektif bila kandungan *moisture* biomasanya yang sangat rendah (<20%).

2.5 Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Energi diperoleh dari proses pembakaran, proses pembakaran juga mengubah energi tersebut yang terjadi didalam dan diluar mesin kalor. Motor bakar torak menggunakan silinder tunggal atau beberapa silinder. Salah satu fungsi torak disini adalah sebagai pendukung terjadinya pembakaran pada motor bakar (Kiyaku, 1998).

Motor bakar atau motor pembakaran internal atau internal Combustion Engine adalah jenis mesin yang bekerja merubah energi kimia yang tersimpan didalam bahan bakar menjadi energi mekanik dengan cara membakarnya didalam ruang pembakaran. Proses pembakaran akan terjadi bila ada bahan bakar, ada oksigen, dan adanya suhu yang tinggi. Suhu yang tinggi tersebut harus mencapai titik bakar bahan bakar, walaupun suhu tinggi tetapi bila titik bakar tidak tercapai, maka tidak akan terjadi pembakaran. Pada motor bensin, suhu yang tinggi ditimbulkan oleh udara dan bahan bakar yang ditekan dalam silinder kemudian

titik bakar dicapai dengan memercikkan bunga api listrik, sedang pada motor diesel suhu yang tinggi diakibatkan karena adanya udara yang dimampatkan dalam silinder sehingga titik bakar dapat dicapai dengan pemampatan udara ini (Munandar,A 1979).

Karburator berfungsi untuk mencampur udara (yang telah tersaring oleh saringan udara) dan bensin sehingga menghasilkan campuran yang sesuai dengan kondisi kerja mesin. Karburator sendiri terdiri atas ruang pencampur dan ruang pelampung. Di ruang pencampur ada venturi, nosel dan katup gas, sedangkan diruang pelampung terdapat katup jarum dan pelampung. Prinsip kerjanya adalah ketika piston sedang dalam langkah hisap dan katup gas dibuka, udara tersaring masuk kedalam silinder melalui venturi. Di daerah venturi, udara akan bertekanan lebih rendah daripada ruang pelampung, sehingga bensin dari ruang pelampung akan mengalir ke venturi melalui nosel. Kemudian bensin dan udara bercampur hingga berbentuk kabut, dan dialirkan ke silinder pengapian melalui *intake manifold* (Widianto,2017).

2.6 Klasifikasi Motor Bakar Berdasarkan Sistem Pembakarannya

Berdasarkan Sistem Pembakarannya motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) macam yaitu :

- Mesin Bakar Dalam

Mesin pembakaran dalam atau sering disebut sebagai *Internal Combustion Engine* (ICE), yaitu dimana proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja. Pada umumnya mesin pembakaran dalam dikenal dengan nama motor bakar. Contoh mesin bakar dalam yaitu motor bakar torak misalnya motor 2 tak dan motor 4 tak.

Hal-hal yang dimiliki pada mesin pembakaran dalam yaitu :

- 1) Pemakaian bahan bakar irit
- 2) Berat tiap satuan tenaga mekanis lebih kecil
- 3) Kontruksi lebih sederhana, karena tidak memerlukan ketel uap, kondesor, dan sebagainya.

- Mesin Bakar Luar

Mesin pembakaran luar atau sering disebut sebagai *Eksternal Combustion Engine* (ECE) yaitu dimana proses pembakarannya terjadi di luar mesin, energi termal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin. Contoh mesin pembakaran luar yaitu pesawat tenaga uap, pelaksanaan pembakaran bahan bakar dilakukan diluar mesin.

Hal-hal yang dimiliki pada mesin pembakaran luar yaitu :

- 1) Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
- 2) Dapat memakai bahan bakar bermutu rendah.
- 3) Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros.