

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

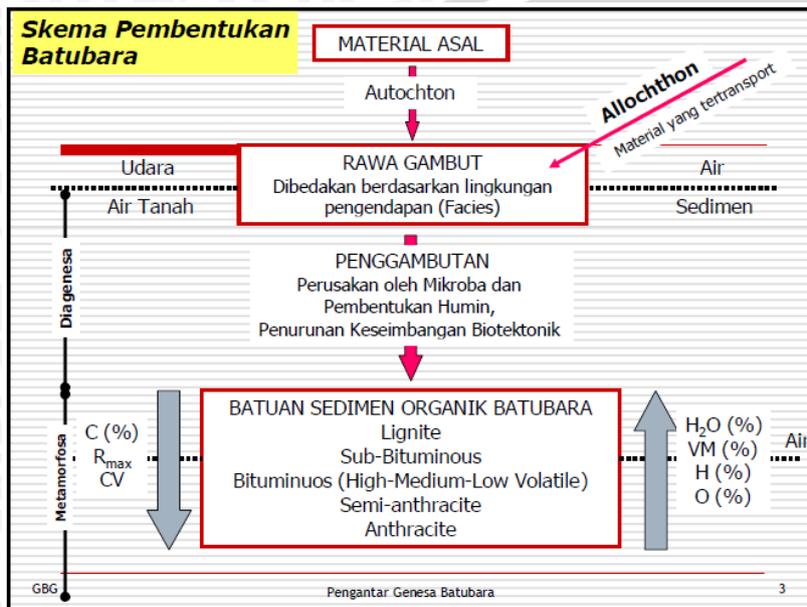
Hanandito, *et al.* (2011), melakukan penelitian tentang “Pembuatan briket arang tempurung kelapa dari sisa bahan bakar pengasapan ikan kelurahan bandarharjo semarang”. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui ukuran partikel optimal, mengetahui jenis perekat yang tepat dan konsentrasi perekat yang optimal serta rancang bangun alat pembuatan briket. Rancangan percobaan yaitu variasi jenis perekat (tapioka, terigu, molasses, silikat), konsentrasi perekat (10%, 15%, 20%) dan ukuran mesh (20, 30, 40). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tepung tapioka merupakan jenis perekat terbaik dibandingkan dengan 3 perekat lainnya. Nilai kalor tertinggi yaitu 6748.69 kal/gr adalah arang tempurung kelapa 20 mesh dan kadar perekat 20%. Ketahanan briket terbaik ada pada briket dengan variasi kadar perekat 20% dan ukuran butirnya 40 mesh karena hanya kehilangan partikel sebesar 0.11%.

Untoro Budi Suro. (2010) juga melakukan penelitian tentang peningkatan kualitas pembakaran limbah tongkol jagung dengan metode pembriketan dan karbonasi. Pada proses pembriketan, terdapat empat variasi tekanan yaitu sebesar 24,4; 48,8; 73.2 dan 97,6 MPa. Dari proses penekanan tersebut terlihat bahwa tingginya penekanan akan menyebabkan laju pengurangan massanya melambat. Hal itu disebabkan karena porositas pada briket dengan tekanan yang tinggi semakin rendah. Dari hasil pengukuran CO juga terlihat bahwa tingkat emisi CO mencapai titik maksimum pada briket 97,6 MPa karena terhambatnya proses difusi CO.

Selain itu Erpan Bintarpo (2005) melakukan penelitian tentang karakteristik kuat tekan dan pembakaran briket kayu glugu dan sekam padi. Pada penelitian ini dijelaskan bahwa berdasarkan tekanan kompaksi, pembriketan dibagi menjadi tiga yaitu kompaksi tekanan tinggi: ≥ 2500 kg/cm², kompaksi tekanan sedang: 1000-2500 kg/cm², dan kompaksi tekanan rendah: 300-1000 kg/cm². Pada penelitiannya digunakan tekanan sebesar 450 kg/cm².

2.2 Batubara

Batubara merupakan batuan sedimen yang berasal dari material organik (*organoclastic sedimentary rock*), dapat dibakar dan memiliki kandungan utama berupa C, H, O. Lapisan yang merupakan hasil akumulasi tumbuhan dan material organik pada suatu lingkungan pengendapan tertentu, yang disebabkan oleh proses *syn-sedimentary* dan *post-sedimentary*, sehingga menghasilkan rank dan tipe tertentu.



Gambar 2.1 Skema Pembentukan Batubara

Sumber : Genesa (2015)

Proses pembentukan batubara ada dua tahap yaitu tahap biokimia (penggambutan) dan tahap pematubaraan (*coalification*). Tahap penggambutan adalah tahap dimana sisa-sisa tumbuhan yang tersimpan dalam kondisi reduksi di daerah yang mempunyai sistem pengeringan yang buruk dan selalu tergenang air. Material tumbuhan yang busuk ini menjadi humus dengan cara melepaskan H, N, O, dan C dalam bentuk senyawa CO₂, H₂O, dan NH₃. Selanjutnya oleh bakteri anaerobik dan jamur diubah menjadi gambut. Tahap pematubaraan (*coalification*) merupakan gabungan proses biologi, kimia, dan fisika yang terjadi akibat pengaruh pembebanan dari sedimen yang menutupinya, dipengaruhi oleh temperatur, tekanan, dan waktu terhadap komponen organik dari gambut.

Semakin tinggi tingkat pematubaraan maka kadar karbon akan meningkat sedangkan kadar oksigen dan kadar hidrogen semakin menurun. Tingkat pematubaraan biasanya selalu dikaitkan dengan mutu kualitas batubara. Batubara dengan kualitas rendah seperti

lignit dan sub-bituminus biasanya berwarna kecoklatan seperti tanah dan merupakan material yang rapuh. Batubara seperti ini mempunyai nilai dengan tingkat moisture yang tinggi dan karbon rendah. Sedangkan batubara kualitas tinggi seperti antrasit dan bituminous berwarna hitam mengkilap dan strukturnya keras. Batubara kualitas tinggi mempunyai kadar karbon yang tinggi dan nilai moisture yang rendah. Nilai kadar karbon yang tinggi juga mempengaruhi nilai kalor batubara tersebut dimana semakin tinggi nilai karbon batubara maka nilai kalornya juga tinggi.

2.3 Klasifikasi Batubara menurut ASTM

Klasifikasi ASTM (*America Society for Testing and Material*) dikembangkan oleh badan pertambangan Amerika yaitu *Bureau of Mines*. Untuk menentukan kualitas batubara diperlukan data-data seperti *fixed carbon*, *volatile matter*, dan nilai kalor. Klasifikasi batubara menurut ASTM berdasarkan kadar karbon dan nilai kalor, yaitu:

1. *Lignit*

Batubara jenis ini memiliki kadar karbon yang paling rendah dan tentunya memiliki nilai kalor yang paling rendah juga. Dengan karakteristik berwarna coklat kehitaman, panas pembakaran rendah dan mudah pecah.



Gambar 2.2 Batubara *lignit*

Sumber : Rumidi (2006)

2. *Sub-bituminus*

Batubara ini merupakan hasil dari metanogenesis dan dehidrogenasi lignit. Memiliki struktur yang lebih kompak dari lignit dan memiliki dengan kadar karbon setingkat di atas lignit. Batubara jenis ini memiliki kondisi *moisture* yang tinggi sehingga batubara ini mudah pecah bila ditempatkan di udara terbuka karena terjadi penyusutan akibat penguapan *moisture*.



Gambar 2.3 Batubara *Sub-bituminous*

Sumber : Rumidi (2006)

3. *Bituminous*

Batubara jenis ini merupakan hasil lanjutan dari proses dehidrogenasi lignit.

Terdapat tiga macam jenis batubara bituminous yaitu:

- *Low Volatile Bituminous Coal*, batubara ini berwarna hitam keabu-abuan, dengan struktur bulat-bulat dan mudah pecah dalam proses pengakutan. Batubara ini memiliki karakteristik nyala api yang pendek dan tidak berasap.
- *Medium Volatile Bituminous Coal*, batubara ini mempunyai sifat yang agak lunak dan mudah pecah, sebagian lagi mempunyai sifat yang agak keras dan tidak mudah pecah. Batubara ini berasap bila dibakar dengan cara yang kurang baik.
- *High Volatile Bituminous Coal*, batubara ini mempunyai struktur yang homogen dengan garis-garis mengkilat, keras dan tidak mudah pecah. Batubara ini sama seperti *medium volatile* yaitu berasap bila dibakar dengan cara yang kurang baik.



Gambar 2.4 Batubara *Bituminous*

Sumber : Rumidi (2006)

4. Antrasit

Batubara ini merupakan batubara dengan kualitas paling baik. Mengandung kadar karbon yang paling tinggi dan kadar air yang paling rendah sehingga menyebabkan nilai kalornya menjadi tinggi. Struktur batubara ini keras, padat dan mengkilat dengan karakteristik nyala api yang pendek, tanpa asap, dan nyala api yang biru.



Gambar 2.5 Batubara Antrasit

Sumber : Rumidi (2006)

Tabel 2.1
Spesifikasi ASTM untuk Batubara

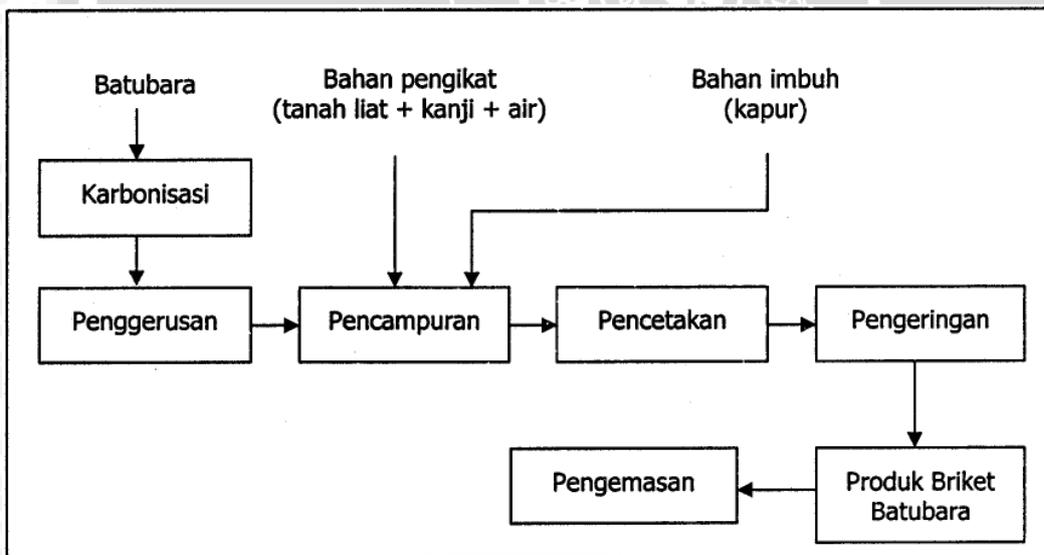
Class	Group		Fixed carbon	Volatile matter	Heating values
	Name	Symbol	Dry %	Dry %	Dry basis (kcal/kg)
I. Anthracite	<i>metta-anthracite</i>	<i>ma</i>	>98	>2	7740
	<i>anthracite</i>	<i>an</i>	92-98	2.0-8.0	8000
	<i>semianthracite</i>	<i>sa</i>	86-92	8.0-15	8300
II. Bituminous	<i>low-volatile</i>	<i>lvb</i>	78-86	14-41	8741
	<i>medium volatile</i>	<i>mvb</i>	89-78	22-31	8640
	<i>high-volatile A</i>	<i>hvAb</i>	<69	>31	8160
	<i>high-volatile B</i>	<i>hbBb</i>	57	57	6750-8160
	<i>high-volatile C</i>	<i>hvCb</i>	54	54	7410-8375
III. Subbituminous	<i>subbituminous A</i>	<i>subA</i>	55	55	6880-7540
	<i>subbituminous B</i>	<i>subB</i>	56	56	6540-7230
	<i>subbituminous C</i>	<i>subC</i>	53	53	5990-6860
IV. Lignite	<i>lignite A</i>	<i>ligA</i>	52	52	4830-6360
	<i>lignite B</i>	<i>ligB</i>	52	52	<5250

Sumber : ASTM Specifications For Solid Fuels (1981)

2.4 Briket Batubara

Briket adalah sebuah blok bahan bakar yang terbuat dari material dengan ukuran kecil dan dibentuk dengan cara diberi tekanan tertentu dan menggunakan perekat. Briket yang umum digunakan saat ini adalah briket arang, briket, gambut, briket batubara, dan briket *biomassa*. Fungsi dari pembriketan ini antara lain untuk menyamaratakan bentuk dan berat batubara, membuat batubara menjadi homogen dan juga sebagai salah satu cara untuk mengurangi tingkat absorpsi batubara tersebut. Metode pembriketan umum digunakan untuk batubara dengan nilai kalor yang rendah diantara jenis batubara yang lain sehingga nilai jual dan manfaatnya bisa meningkat. Terdapat tiga jenis briket batubara menurut kementerian ESDM, yaitu:

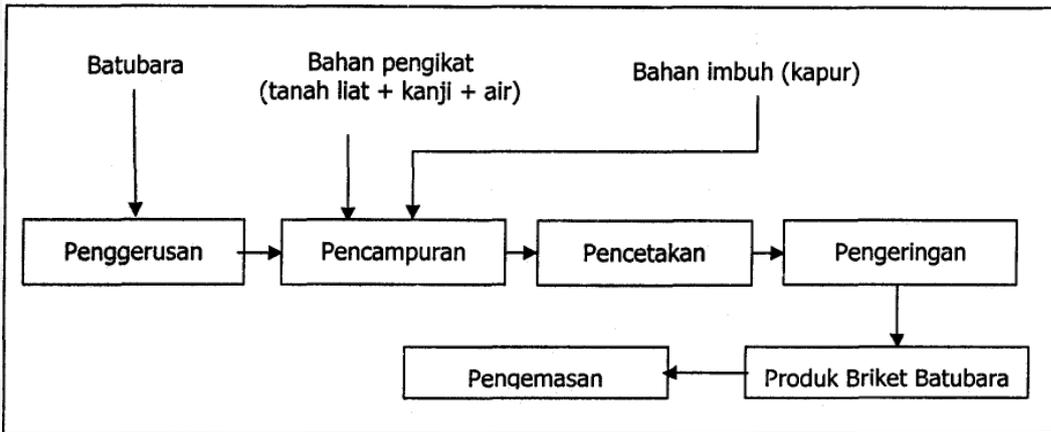
1. Briket Karbonisasi, jenis ini mengalami terlebih dahulu proses karbonisasi sebelum menjadi Briket. Dengan proses karbonisasi zat – zat yang terkandung dalam Briket Batubara tersebut diturunkan serendah mungkin sehingga produk akhirnya mengandung asap yang lebih sedikit.



Gambar 2.6 Bagan Alir Proses Pembuatan Briket Batubara Karbonasi

Sumber : Pedoman Kementerian ESDM (2006)

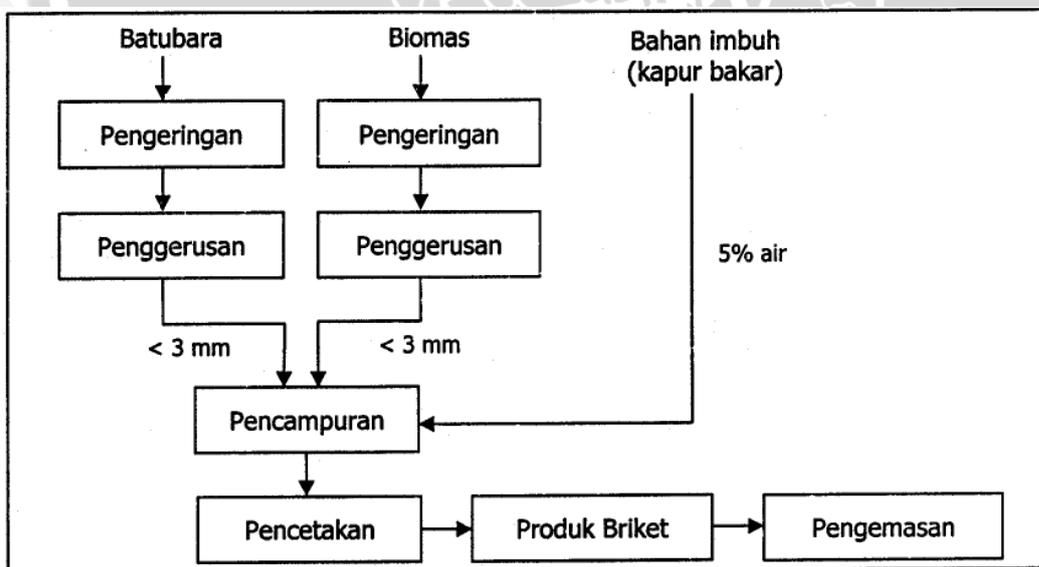
2. Briket Non Karbonisasi, Briket jenis ini tidak mengalami proses karbonasi sebelum diproses menjadi briket. Karenanya *volatile matter* masih terkandung dalam briket. Pada penggunaannya disarankan menggunakan tungku sehingga *volatile matter* yang muncul dari briket akan lebih banyak terbakar oleh lidah api di permukaan tungku.



Gambar 2.7 Bagan Alir Proses Pembuatan Briket Batubara Tanpa Karbonasi

Sumber : Pedoman Kementerian ESDM (2006)

3. Briket Bio-Batubara, mengingat briket ini bersifat mudah meregang (plastisitas tinggi), maka pada proses pembriketannya tidak cukup hanya dengan menambahkan bahan pengikat, namun juga memerlukan tekanan yang tinggi. Pemakaian biomas bertujuan selain untuk menurunkan temperatur penyalaan briket, juga untuk mempercepat proses pembakaran dan menciptakan pembakaran sempurna dari briket sehingga dapat mengurangi emisi gas buang.



Gambar 2.8 Bagan Alir Proses Pembuatan Briket Bio-Batubara

Sumber : Pedoman Kementerian ESDM (2006)

Proses pembuatan briket cukup sederhana. Penjelasan lebih jelasnya adalah sebagai berikut.

1. Pengurangan Kadar Air atau Proses Pengeringan

Bahan baku yang akan digunakan untuk membuat briket pertama harus dikurangi kadar airnya, sehingga proses pemanasan pada ruang vakum akan sempurna. Apabila terdapat air dalam bahan baku tersebut akan merusak hasil pembakaran bahan baku. Proses pengurangan kadar air ini bisa dilakukan dengan penjemuran. Apabila bahan baku pembuatan briket sudah memiliki kadar air yang sangat sedikit maka bisa langsung melakukan tahapan proses berikutnya.

2. Proses Pengarangan

Proses ini merupakan proses untuk mengurangi kadar *volatile matter* yang masih terkandung pada material. Proses pengarangan menggunakan sistem pembakaran tidak sempurna. Proses pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran dimana pasokan oksigen dibatasi sehingga tidak seluruh zat pada material ikut terbakar. Pembakaran dilakukan di ruangan tertutup dengan adanya sedikit udara yang masuk. Dengan metode pembakaran seperti ini, maka material dibakar tetapi tidak sampai menjadi abu, hanya mencapai tahap arang. Berbeda dengan pembakaran sempurna yang dilakukan di ruang terbuka, dimana benda yang dibakar akan habis hingga menjadi abu. Proses pengarangan ini dilakukan pada suhu $150^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$.

3. Pencampuran Bahan Briket

Bahan briket yang telah melalui proses pengarangan kemudian dilakukan proses pencetakan briket. Sebelum proses pencetakan, bahan briket dihaluskan hingga menjadi ukuran butir yang sesuai dengan parameter yang diinginkan. Bahan perekat yang dapat digunakan bermacam-macam. Bahan perekat dibagi menjadi dua jenis, yaitu bahan perekat organik seperti tepung kanji, tapioka, molasses. Dan bahan perekat anorganik seperti tanah liat, gliserin.

4. Pencetakan

Bahan hasil campuran antara material hasil pengarangan dan bahan perekat yang selanjutnya akan dicetak. Bahan hasil campuran dimasukkan kedalam cetakan dan ditekan.. Lalu setelah dicetak, briket kembali dikurangi lagi tingkat kadar airnya. Cara yang digunakan bisa dengan penjemuran atau pengovenan dalam suhu tinggi.

Beberapa parameter penelitian yang digunakan dalam pembuatan briket adalah sebagai berikut (Rumidi, 2006 dalam J.F. Gultom, 2011):

1. Ukuran butir, ukuran butir bahan yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket akan mempengaruhi daya ikat antar butiran.
2. Tekanan pembriketan, Briket yang dicetak mempunyai karakteristik yang kompak, tidak rapuh dan tidak gampang hancur. Selain itu briket harus mempunyai rongga-rongga yang memungkinkan udara (oksigen) masih ada di dalamnya. Karena keberadaan udara dalam briket akan mempengaruhi proses pembakaran
3. Kandungan air, hal ini akan mempengaruhi nilai kalor briket. Apabila memiliki kandungan air yang besar, maka kalori yang dihasilkan briket akan berkurang karena sebagian energi panas terlebih dulu digunakan untuk menguapkan air dalam briket.

Briket batubara telah memiliki standar kualitas yang diterapkan di Indonesia yaitu SNI (Standar Nasional Indonesia) dengan nomor SNI 13-4931-1998 yang dapat dilihat di Tabel 2.2.

Tabel 2.2

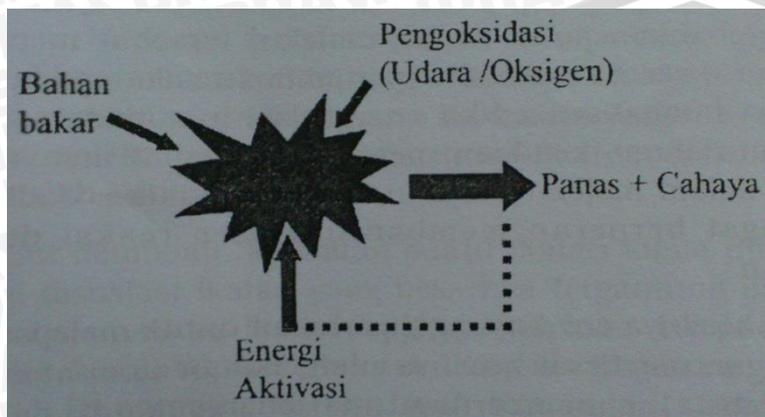
Standar Kualitas Briket Batubara

No	Jenis Briket Batubara	Air Lembab %	Zat Terbang % (adb)	Nilai Kalor Kkal/kg (adb)	Total Sulfur % (adb)	Beban Pecah Kg/cm ²
1.	Briket Batubara Terkarbonisasi Jenis batubara muda	Maks 20	Maks 15	Min 4000	Maks 1	Min 60
2.	Briket Batubara Terkarbonisasi Jenis batubara bukan batubara muda	Maks 7,5	Maks 15	Min 5500	Maks 1	Min 60
3.	Briket Batubara Tanpa Karbonisasi tipe telur	Maks 12	Sesuai batubara asal	Min 4400	Maks 1	Min 65
4.	Briket Batubara Tanpa Karbonisasi tipe sarang tawon	Maks 12	Sesuai batubara asal	Min 4400	Maks 1	Min 10
5.	Briket Bio-Batubara	Maks 15	Sesuai dengan bahan baku	Min 4400	Maks 1	Min 65

Sumber : Pedoman Kementerian ESDM (2006)

2.5 Pembakaran

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai reaksi kimia antara bahan bakar dan udara atau oksigen yang menghasilkan panas dan cahaya. (Wardana, 2008). Ada tiga syarat agar bisa terjadi reaksi pembakaran yaitu bahan bakar, pengoksidasi (udara atau oksigen), dan panas atau energi aktivasi.



Gambar 2.9 Ilustrasi Proses Pembakaran

Sumber : Wardana (2008 : 3)

Terdapat lima jenis pembakaran, yaitu:

1. Pembakaran sempurna (*complete combustion*), pada pembakaran ini, reaktan akan terbakar dengan udara atau O_2 menghasilkan sejumlah produk yang terbatas. Ketika hidrokarbon yang terbakar dengan oksigen maka akan menghasilkan gas CO_2 dan uap air.
2. Pembakaran tidak sempurna (*incomplete combustion*), terjadi ketika tidak tersedianya udara atau O_2 dalam jumlah yang cukup untuk membakar bahan bakar sehingga menghasilkan CO_2 dan air. Pembakaran tidak sempurna menghasilkan zat-zat seperti CO_2 , CO, uap air dan karbon. Selain itu pada pembakaran tidak sempurna ditandai dengan terbentuknya asap pembakaran.
3. Pembakaran lambat (*smouldering combustion*), pembakaran ini merupakan bentuk pembakaran yang lambat, bertemperatur rendah, dan tidak berapi, yang dipertahankan oleh panas ketika oksigen menyerang permukaan dari bahan bakar pada fase yang terkondensasi. Pembakaran ini dikategorikan sebagai pembakaran tidak sempurna.
4. Pembakaran cepat (*rapid combustion*), merupakan proses pembakaran yang melibatkan bahan bakar dalam jumlah banyak dan menghasilkan energi berupa cahaya dalam jumlah yang banyak pula. Jika terdapat gas dalam jumlah besar, dapat terjadi peningkatan tekanan, sehingga mengakibatkan ledakan.

5. *Turbulent combustion*, Pembakaran ini menghasilkan api turbulen yang sangat banyak. Pembakaran ini banyak diaplikasikan pada industri - industri.

Pembakaran ada bermacam-macam bergantung pada jenis bahan yang dibakar. Salah satunya adalah pembakaran bahan bakar padat. Pembakaran bahan bakar padat merupakan pembakaran dimana zat bakar yang digunakan berbentuk padat seperti arang, gabah, batubara, kokas, dan lain-lain. Dalam pembakaran bahan bakar padat unsur yang paling mempengaruhi dalam proses tersebut adalah kadar karbon yang terkandung pada bahan bakar dimana semakin tinggi kandungan karbon pada bahan bakar maka nilai kalor juga semakin tinggi. Pada Pembakaran bahan bakar padat, jika bahan bakar terbakar tidak sempurna akan menghasilkan produk berupa panas dan asap. Asap ini berasal dari pembakaran *volatile matter* atau zat yang mudah menguap dan mengandung karbon monoksida. Prinsip ini digunakan pada bahan bakar padat agar dilakukan proses pengarangan atau karbonasi terlebih dahulu agar zat-zat mudah menguap ini terbakar terlebih dahulu dan hanya menyisakan karbon, zat mineral, dan arang.

2.6 Karakteristik Pembakaran

2.6.1 Laju Pembakaran atau *Burning Rate*

Laju pembakaran atau *burning rate* adalah banyaknya massa bahan bakar yang terbakar per satuan waktu. Laju pembakaran dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain, struktur bahan, tingkat kepadatan dari briket, dimana semakin padat briketnya maka pembakaran briket akan semakin lama. Laju pembakaran diperoleh dengan rumus:

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{m_0_{bb} - m_1_{bb}}{t} \dots \dots \dots (2-1)$$

Dimana:

m_0_{bb} : massa awal bahan bakar (gr)

m_1_{bb} : massa akhir bahan bakar (gr)

t : waktu pembakaran (menit)

Waktu pembakaran adalah lamanya waktu briket terbakar dari penyalaan awal hingga briket terbakar habis.

2.6.2 Waktu Penyalaan atau *Ignition Time*

Ignition time atau waktu penyalaan briket merupakan lama waktu penyalaan briket dari penyalaan awal sampai briket menimbulkan api. *Ignition Time* seperti laju pembakaran juga dipengaruhi oleh struktur bahan, tingkat kepadatan bahan, dan kandungan karbon.

2.6.3 Temperatur Pembakaran

Temperatur pembakaran merupakan tingginya temperatur yang dihasilkan pada saat proses pembakaran briket berlangsung. Temperatur pembakaran salah satunya dipengaruhi oleh tingkat udara yang ada pada saat proses pembakaran tersebut baik yang berada di dalam maupun di luar briket. Rongga – rongga pada briket yang mempengaruhi tingginya temperatur. Hal ini terjadi karena besar rongga briket mempengaruhi besar kecilnya aliran udara yang masuk ke dalam briket

2.6.4 Karakteristik Visual Api

Karakteristik visual api berupa dimensi api seperti tinggi dan lebar api yang dihasilkan dari nyala api dan juga warna api saat pembakaran berlangsung. Dengan adanya perbedaan tingkat kepadatan masing-masing briket dari perbedaan energi tekan pada proses pembriketan maka dapat dilihat pengaruhnya terhadap karakteristik visual api.

2.7 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka diatas, dapat diambil hipotesa bahwa dengan adanya variasi penekanan pada briket berpengaruh terhadap proses pembakaran, Dimana semakin padat briket maka *burning rate* semakin tinggi, sedangkan pada *ignition time* waktu penyalaannya akan semakin lama. Hal ini disebabkan karena briket yang padat membuat porositas pada briket mengecil, sehingga proses difusi juga semakin lama. Dan semakin padat briket maka nilai tempatur saat proses pembakarannya juga akan meningkat.