

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batubara

Batubara merupakan salah satu bahan galian strategis yang sekaligus menjadi sumber daya energi yang sangat besar. Indonesia memiliki cadangan batubara yang sangat besar dan menduduki posisi ke-4 di dunia sebagai negara pengekspor batubara. Di masa yang akan datang batubara menjadi salah satu sumber energi alternatif potensial untuk menggantikan potensi minyak dan gas bumi yang semakin menipis. Pengembangan perusahaan pertambangan batubara secara ekonomis telah mendatangkan hasil yang cukup besar, baik sebagai pemenuhan kebutuhan dalam negeri maupun sebagai sumber devisa.

Menurut Yunita (2000), Batubara adalah substansi heterogen yang dapat terbakar dan terbentuk dari banyak komponen yang mempunyai sifat saling berbeda. Batubara dapat didefinisikan sebagai satuan sedimen yang terbentuk dari dekomposisi tumpukan tanaman selama kira-kira 300 juta tahun. Dekomposisi tanaman ini terjadi karena proses biologi dengan mikroba dimana banyak oksigen dalam selulosa diubah menjadi karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O). Kemudian perubahan yang terjadi dalam kandungan bahan tersebut disebabkan oleh adanya tekanan, pemanasan yang kemudian membentuk lapisan tebal sebagai akibat pengaruh panas bumi dalam jangka waktu berjuta-juta tahun, sehingga lapisan tersebut akhirnya memadat dan mengeras.

Pola yang terlihat dari proses perubahan bentuk tumbuh-tumbuhan hingga menjadi batubara yaitu dengan terbentuknya karbon. Kenaikan kandungan karbon dapat menunjukkan tingkatan batubara. Dimana tingkatan batubara yang paling tinggi adalah antrasit, sedang tingkatan yang lebih rendah dari antrasit akan lebih banyak mengandung hidrogen dan oksigen. Selain kandungan C, H dan O juga terdapat kandungan lain yaitu belerang (S), nitrogen (N), dan kandungan mineral lainnya seperti silica, aluminium, besi, kalsium dan magnesium yang pada saat pembakaran batubara akan tertinggal sebagai abu. Karena batubara merupakan bahan galian fosil padat yang sangat heterogen, maka

batubara mempunyai sifat yang berbeda-beda apabila diperoleh dari lapisan yang berbeda-beda. Bahkan untuk satu lapisan dapat menunjukkan sifat yang berbeda pada lokasi yang berbeda pula.

Dengan melimpahnya cadangan dari batubara khususnya di daerah Sumatera selatan, menjadikan opsi yang baik jika digunakan sebagai bahan bakar langsung, meskipun memiliki peringkat yang rendah dengan ditandai adanya kandungan air yang tinggi. Namun dengan penanganan khusus seperti dilakukan pengeringan (dijemur) akan membantu dalam penyalaan awal batubara dan selanjutnya dalam proses pembakaran. Batubara merupakan salah satu jenis bahan bakar untuk pembangkit energi, disamping gas alam dan minyak bumi.

Berdasarkan atas cara penggunaannya sebagai penghasil energi diklasifikasikan sebagai berikut (Sukandarrumidi,1995):

- a. Penghasil energi primer dimana batubara yang langsung dipergunakan untuk industri misalnya pemakaian batubara sebagai bahan bakar burner (dalam industri semen dan pembangkit listrik tenaga uap), pembakaran kapur, bata, genting; bahan bakar lokomotif, reduksi proses metalurgi, kokas konvensional, bahan bakar tidak berasap (*smokeless fuels*)
- b. Penghasil energi sekunder dimana batubara yang tidak langsung dipergunakan untuk industri misalnya pemakaian batubara sebagai bahan bakar padat (briket), bahan bakar cair (konversi menjadi bakar cair) dan gas (konversi menjadi bahan bakar gas), bahan bakar dalam industri penuangan logam (dalam bentuk kokas).

2.1.1 Klasifikasi Batubara

Klasifikasi praktis berawal dari kebutuhan akan adanya suatu pengelompokan untuk keperluan transaksi perdagangan maupun ekspor impor, serta dari sisi keperluan penggunaan batubara itu sendiri. Umumnya, tujuan pemanfaatan batubara bisa amat berbeda antara satu negara dengan negara lain, sehingga klasifikasi dan metode penamaannya juga sangat berbeda. Namun secara umum, kandungan zat terbang (*volatile matter*) diambil sebagai nilai acuan baku, dan terdapat kecenderungan yang hampir sama untuk kandungan zat terbang

hingga sekitar 32%. Lewat dari angka ini, terdapat perbedaan yang cukup besar antara satu dengan yang lainnya, sehingga umumnya diambil nilai acuan tambahan berupa kandungan air (*moisture*), nilai kalori dan sebagainya.

Tabel 1. Jenis Batubara Berdasarkan Nilai Kalor

Pengguna	Nyala (Menit)	Nilai Kalor (kal/gr)
Antrasit	5-10	7.222-7.778
Semi antrasit	9-10	5.100-7.237
Bituminous	10-15	4.444-6.111
Sub-Bituminuous	10-20	4.444-8.333
Lignit	15-20	3.056-4.611

Sumber : Achmadinblog.wordpress.com

Semakin tinggi kualitas batubara, maka kadar karbon akan meningkat, sedangkan hidrogen dan oksigen akan berkurang. Batubara bermutu rendah, seperti lignite dan sub-bituminous, memiliki tingkat kelembaban (*moisture*) yang tinggi dan kadar karbon yang rendah, sehingga energinya juga rendah. Semakin tinggi mutu batubara, umumnya akan semakin keras dan kompak, serta warnanya akan semakin hitam mengkilat. Selain itu, kelembabannya pun akan berkurang sedangkan kadar karbonnya akan meningkat, sehingga kandungan energinya juga semakin besar.

ASTM membagi batubara berdasarkan tingkat pembatubaraanya dimana urutan tertinggi adalah anthracite, bituminous dan sub-bituminous, lignite (www.chem-is-try.org). Semakin tinggi kualitas batubara, maka kadar fixed carbon akan meningkat sedangkan volatile dan moisture (kelembaban) akan turun, begitu sebaliknya batubara kualitas rendah seperti lignite dan sub-bituminous akan memiliki fixed carbon yang rendah dan volatile dan moisture yang tinggi. Artinya semakin tinggi jenis batubara maka energi yang dihasilkan lebih besar dan bentuknya semakin keras dan berwarna semakin hitam. Batubara diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Lignite

Dalam klasifikasi batubara, secara umum kelompok ini merupakan batubara dengan tingkat pembatubaraan yang paling rendah dan berwarna coklat atau coklat kehitaman. Kandungan air dan zat terbangnya tergolong tinggi, dan umumnya bersifat non-coking atau non-caking. Pada klasifikasi internasional, batubara ini didefinisikan memiliki nilai kalori (*ash free basis*) kurang dari 5700 kcal/kg.

Lignite, sering disebut sebagai batubara coklat, merupakan bahan bakar coklat yang lembut dengan karakteristik yang dianggap sebagai peringkat terendah dari batubara, di Yunani, Jerman, Polandia, Serbia, Rusia, Amerika Serikat, India, Australia dan banyak bagian lain dari Eropa batubara lignit digunakan hampir secara eksklusif sebagai bahan bakar untuk tenaga listrik uap generasi. Sampai dengan 50% dari listrik Yunani dan 24,6% dari Jerman yang berasal dari pembangkit listrik tenaga lignit. Batubara lignit berwarna coklat dan memiliki kadar karbon sekitar 25-35%, kadar air tinggi yang melekat kadang-kadang setinggi 66%, dan kadar abu berkisar antara 6% sampai 19% dibandingkan dengan 6% sampai 12% untuk bituminous.

Lignite memiliki kandungan tinggi zat terbang yang membuatnya lebih mudah untuk diubah menjadi gas dan produk minyak bumi cair dari batubara peringkat yang lebih tinggi. Namun, tinggi kelembaban konten dan kerentanan terhadap pembakaran spontan dapat menyebabkan masalah dalam transportasi dan penyimpanan. Namun, kini diketahui bahwa proses efisien yang menghilangkan kelembaban laten terkunci dalam struktur batubara coklat akan membuang risiko pembakaran spontan untuk tingkat yang sama seperti batubara hitam, akan mengubah nilai kalori batubara coklat untuk bahan bakar setara batubara hitam sementara secara signifikan mengurangi profil emisi batubara coklat 'dipadatkan ke tingkat yang sama atau lebih baik dari batubara yang paling hitam.

Penggunaan batubara ini, umumnya sebagai bahan bakar pada pembangkit listrik. Namun karena kandungan airnya tinggi, maka adakalanya diperlukan proses dewatering terlebih dahulu. Di sisi lain, batubara ini dalam keadaan kering mudah sekali menimbulkan gejala terjadinya swabakar (*spontaneous combustion*),

sehingga *handling*-nya pun tergolong merepotkan. Saat ini, penggunaan batubara jenis ini di Jepang sangat kecil. Terlepas dari masalah itu, penelitian dan pengembangan teknologi bagi perbaikan kualitas batubara untuk menunjang pemakaian yang lebih stabil terus dilakukan.

b. Batubara Sub-Bituminus

Secara umum tidak termasuk golongan batubara. Komponen tetumbuhan asalnya dapat jelas ditentukan dengan mata telanjang, yang menunjukkan tingkat pembatubaraan sangat rendah. Selain itu, kandungan airnya banyak dan nilai kalorinya kecil, sehingga bukan merupakan bahan bakar yang baik. Karena banyak mengandung zat organik, gambut digunakan pula sebagai pupuk. Gambut yang berasal dari rerumputan disebut dengan *grass peat* (gambut rumput). Namun karena kebanyakan komponen *peat* adalah *grass peat*, maka istilah *peat* dan *grass peat* sering dipakai untuk menunjukkan arti yang sama.

Dalam klasifikasi batubara, jenis ini mengalami tingkat pembatubaraan yang lebih tinggi dari lignit, namun masih lebih rendah dibandingkan batubara bituminus. Dari sisi *caking property*-nya, terbagi menjadi *non-caking* (tak bersifat caking) dan *slightly-caking* (sedikit menunjukkan sifat caking). Dibandingkan dengan batubara bituminus, kandungan zat terbang (*volatile matter*)-nya cukup tinggi, dengan nilai kalori yang masih tergolong rendah. Jepang mengimpor batubara jenis ini dari Indonesia, Amerika Serikat, dan lain-lain, yang umumnya dipakai sebagai bahan bakar pada pembangkit listrik. Namun dari sisi pemakaian, jumlahnya masih lebih sedikit bila dibandingkan dengan batubara bituminus.

c. Batubara Bituminus

Batubara jenis ini mengalami tingkat pembatubaraan yang lebih tinggi dari batubara sub-bituminus, namun masih lebih rendah bila dibandingkan dengan antrasit. Kandungan zat terbang (*volatile matter*)-nya antara 20-40%, yang merupakan suatu rentang yang cukup besar. Karena itu, sering dibagi lagi menjadi *high-volatile bituminous coal*, *medium-volatile bituminous coal*, dan sebagainya. Selain dipakai sebagai bahan baku pembuatan kokas, batubara bituminus dengan

caking/coking property yang rendah dipakai pula sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Batubara jenis inilah yang paling banyak digunakan di Jepang.

d. Antrasite

Batubara ini memiliki tingkat pembatubaraan yang lebih tinggi dibandingkan dengan batubara bituminus. Kandungan zat terbangnya juga yang paling kecil, dan reaktifitas saat pembakaran tergolong relatif rendah. Batubara jenis ini hampir tak memiliki sifat *caking/coking*. Penggunaan batubara jenis ini, dapat sebagai bahan baku pembuatan material karbon, briket dan lain-lain, untuk *pulverized coal injection* (PCI) pada blast furnace, atau sebagai bahan bakar untuk *fluidized bed boiler*, kiln semen, dan lain-lain.

2.2 Biomassa

Biomassa diartikan sebagai material tanaman, tumbuh-tumbuhan, atau sisa hasil pertanian yang digunakan sebagai bahan bakar atau sumber bahan bakar. Secara umum sumber-sumber biomassa antara lain, tongkol, jerami, tempurung kelapa, cangkang kelapa sawit dan lain sebagainya; material kayu seperti kayu atau kulit kayu, dan sebagainya; sampah kota misalkan sampah kertas tanaman sumber energi seperti minyak kedelai, alfalfa, poplars dan lain sebagainya (Silalahi, 2000).

Biomassa adalah campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan beberapa mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama tanaman biomassa adalah karbohidrat (berat kering kira-kira 75%), lignin (sampai dengan 25%) dimana dalam beberapa tanaman komposisinya bisa berbeda-beda. Keuntungan penggunaan biomassa untuk sumber bahan bakar adalah keberlanjutannya, diperkirakan 140 juta ton matrik biomassa digunakan pertahunnya. Keterbasan dari biomassa adalah banyaknya kendala dalam penggunaan untuk bahan bakar kendaraan bermobil (Silalahi, 2000).

Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil, 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).

Biomassa merupakan produk fotosintesa, yaitu butir – butir hijau daun yang bekerja sebagai sel surya, menyerap energi menjadi senyawa karbon (C), hidrogen (H₂) dan oksigen (O₂). Biomassa sebenarnya dapat digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas, sebab biomassa tersebut mengandung energi yang dihasilkan dalam proses fotosintesis. Biomassa yang digunakan secara langsung sebagai bahan bakar kurang efisien. Oleh karena itu, energi biomassa harus diubah dulu menjadi energi kimia yang memiliki nilai kalori lebih tinggi serta bebas polusi bila digunakan sebagai bahan bakar.

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang diperoleh dari tumbuh -tumbuhan. Sumber – sumber biomassa adalah sebagai berikut (Kong, 2010). :

1. Sisa- sisa hasil pertanian, seperti sekam padi, ampas tebu, batang, tempurung kelapa dan serat jagung.
2. Sisa – sisa hutan, misalnya serbuk gergaji industri pengolahan kayu.
3. Sampah perkotaan, misalnya kertas – kertas bekas dan dedaunan kering.
4. Lumpur sisa bubur kayu (*Pulp*)
5. Sumber – sumber masa depan, seperti tanaman energi yang khusus ditanam.
6. Jenis tanaman lain yang tidak mengandung pati maupun gula yang dipakai untuk memproduksi bioetanol.

2.2.1 Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis 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 padi dikategorikan sebagai biomassa 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% data

bobot awal gabah. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan.

Sekam padi bila telah didibakar salah satu bagiannya merupakan mineral zeolit. Mineral ini mampu menyerap bau ataupun asap. Ditinjau dari komposisi kimiawi sekam mengandung beberapa unsur penting seperti terlihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Komposisi Kimiawi Sekam

Komponen	Kandungan (%)
Menurut suhame	
Kadar air	9,02
Protein kasar	3,03
Lemak	1,18
Serat kasar	35,68
Abu	17,71
Karbohidrat kasar	37,71
Menurut DTC IPB	
Karbon (zat arang)	1,33
Hydrogen	1,54
Oksigen	33,64
Silika	16,98

Sumber : Balai Penelitian Pasca Panen. (Ita Gustria, 2013)

Dengan komposisi kandungan kimia diatas sekam dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan diantaranya:

- Sebagai bahan baku pada industri kimia, terutama kandungan zat kimia furfural yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia.
- Sebagai bahan baku pada industri bahan bangunan, terutama kandungan silika (SiO_2) yang dapat digunakan untuk campuran pada pembuatan semen portland, bahan isolasi, husk-board dan campuran pada industri bata merah.
- Sebagai sumber energi panas pada berbagai keperluan manusia, kadar selulosa yang cukup tinggi dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil.

Sekam memiliki kerapatan jenis (bulk density) 125 kg/m^3 , dengan nilai kalori 1kg sekam sebesar 3300 kalori. Menurut Houston (1972) sekam memiliki bulk density 0,100 g/ml, nilai kalori antara 3300-3600 k.kal/kg sekam dengan konduktivitas panas 0,0271 BTU. Kualitas hasil pembakaran sekam dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Kualitas Arang Sekam Padi Hasil Pembakaran

Komponen mutu barang	Nilai
Kadar air sekam (%)	10,02
Arang sekam (%)	75,45
Kadar air arang sekam (%)	7,35
Kadar abu sekam (%)	1
Waktu pembuatan (%)	2
Kapasitas pembakaran (%)	15
Nilai kalor (kkal/kg)	5000

Sumber : Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol.28,No2. (Ita Gustria 2013)

2.2.2 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa terletak dibagian dalam kelapa setelah sabut. Pada bagian pangkal tempurung terdapat tiga buah lubang tumbuh (*ovule*) yang menunjukkan bahwa bahwa bakal buah asahnya berlubang tiga dan yang tumbuh biasanya satu buah. Tempurung merupakan lapisan yang keras dengan ketebalan antara 3mm sampai 5mm. Sifat kerasnya disebabkan oleh banyaknya kandungan silikat (SiO_2) yang terdapat pada tempurung. Dari berat total buah kelapa antara 15% sampai 19% merupakan berat tempurungnya, selain itu tempurung juga banyak mengandung lignin. Pada umumnya nilai kalor yang terkandung dalam tempurung kelapa adalah berkisar antara 18200 kJ/kg hingga 19338,05 kJ/kg. Komposisi kimia tempurung kelapa dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Komposisi kimia Tempurung Kelapa

Komponen	Persentase (%)
Selulosa	33,61
Hemiselulosa	19,27
Lignin	36,51

Sumber : <http://asapeair.com> (Devi Septiani, 2012)

Tabel 5. Karakteristik Tempurung Kelapa

Komponen	Persentase (%)
Kadar air	7,8
Kadar abu	0,4
<i>Volatile matter</i>	80,80
<i>Fixed carbon</i>	18,80

Sumber : <http://www.pdii.lipi.go.id> (Devi Septiani, 2012)

Sebagai limbah biomassa pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan bakar sangat banyak digunakan baik itu digunakan secara langsung maupun dikarbonisasi terlebih dahulu khususnya di daerah pedesaan. Limbah – limbah seperti limbah industri pengolahan kayu, dan limbah perkebunan/pertanian seperti tempurung kelapa, tempurung kemiri, sabut kelapa, batang, dan bonggol jagung, batang, dan kulit kacang tanah, jerami, sekam padi, dll. Dapat menjadi sumber energi pedesaan. Nilai Kalor bakar cukup tinggi yaitu berkisar 3000 – 5000 kal/gram

2.3 Karbonisasi

Karbonisasi merupakan proses pembakaran biomassa yang menggunakan alat karbonisasi dengan oksigen terbatas (Compete, 2009). Ketiadaan oksigen dalam proses karbonisasi menyebabkan hanya komponen zat terbang saja yang terlepas dari bahan, sedangkan bagian karbon akan tetap tinggal di dalam bahan.

Reaksi pada proses karbonisasi adalah eksoterm, yaitu jumlah panas yang dikeluarkan lebih besar dari pada yang dibutuhkan. Reaksi utama terjadi pada suhu 150°C – 300°C dimana terjadi kehilangan banyak kandungan air dari dalam

bahan, sehingga dihasilkan arang. Semakin lambat proses karbonisasi, maka mutu arang yang dihasilkan akan semakin baik (Abdullah *et al.*1998).

Proses karbonisasi menghasilkan material berupa arang. Arang merupakan sisa proses karbonisasi bahan yang mengandung karbon pada kondisi terkendali di dalam ruangan tertutup (Masturin, 2002). Sudrajat dan Soleh (1994) dalam Triono (2006) menambahkan bahwa arang memiliki bentuk padat dan berpori, dimana sebagian besar porinya masih tertutup oleh hidrogen, tar, dan senyawa organik lain, seperti: abu, air, nitrogen, dan sulfur. Hasil penelitian Liliana (2010) menunjukkan bahwa pada proses karbonisasi bungkil jarak pagar, suhu karbonisasi berbanding terbalik dengan rendemen arang yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu karbonisasi, maka rendemen arang yang dihasilkan semakin kecil dan begitu pula sebaliknya. Suhu karbonisasi berbanding lurus dengan nilai kalori pembakaran. Semakin tinggi suhu karbonisasi, nilai kalori yang dihasilkan akan semakin tinggi pula.

2.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Karbonisasi

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi yaitu:

a. Waktu Karbonisasi

Waktu karbonisasi berbeda-beda tergantung pada jenis-jenis dan jumlah bahan yang diolah. Misalnya : tempurung kelapa memerlukan waktu 3 jam (BPPI Bogor, 1980), sekam padi kira-kira 2 jam (Joni TL dkk,1995) dan tempurung kemiri 1 jam (Bardi M dan A Mun'im,1999).

b. Suhu karbonisasi

Suhu karbonisasi yang berpengaruh terhadap hasil arang karena semakin tinggi suhu, arang yang diperoleh makin berkurang tapi hasil cairan dan gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh makin banyaknya zat-zat terurai dan yang teruapkan (BPPI Bogor, 1980).

c. Ukuran Bahan Baku

Semakin kecil ukuran bahan, maka semakin cepat perataan panas keseluruhan umpan, sehingga proses karbonisasi berjalan sempurna. (Tutik M. Dan Faizah H.,2001).

2.3.2 Prinsip Karbonisasi

Proses pembakaran dikatakan sempurna jika hasil akhir pembakaran berupa abu berwarna keputihan dan seluruh energi di dalam bahan organik dibebaskan ke lingkungan. Namun dalam pengarang energi pada bahan akan dibebaskan secara perlahan, apabila proses pembakaran dihentikan secara tiba-tiba ketika bahan masih membara, bahan tersebut akan menjadi arang yang berwarna kehitaman. Bahan tersebut masih terdapat sisa energi yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti memasak, memanggang, dan mengeringkan. Bahan organik yang sudah menjadi arang tersebut akan mengeluarkan sedikit asap dibandingkan dibakar langsung menjadi abu. Lamanya pengarang ditentukan oleh jumlah atau volume bahan organik, ukuran parsial bahan, kerapatan bahan, tingkat kekeringan bahan, jumlah oksigen yang masuk, dan asap yang merupakan hasil akhir proses pembakaran tidak memiliki energi lagi. Sementara itu, arang masih memiliki jumlah energi karena belum menjadi abu, arang itulah yang akan diproses menjadi briket.

Proses karbonisasi juga dikenal dengan istilah konversi termal biomassa yang meliputi pembakaran langsung, gasifikasi, dan karbonisasi. Dalam teknologi konversi termal biomassa, proses pembakaran langsung adalah proses yang paling mudah dibandingkan dengan yang lainnya. Biomassa langsung dibakar tanpa proses lainnya..

Teknologi konversi termal berikutnya adalah karbonisasi, yaitu pembakaran biomassa tanpa oksigen. Tujuannya adalah melepaskan zat terbang (*volatile matter*) yang terkandung pada biomassa. Secara umum kandungan zat terbang dalam biomassa cukup tinggi. Produk padat pada proses ini berupa arang (*char*). Prinsip karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen. Sehingga yang terlepas hanya bagian *volatile matter*, sedangkan karbonnya tetap tinggal didalam.

2.3.3 Metode Karbonisasi

Pelaksanaan karbonisasi meliputi teknik yang paling sederhana hingga yang paling canggih. Tentu saja metode pengarang yang dipilih disesuaikan

dengan kemampuan dan kondisi keuangan. Berikut ini dijelaskan beberapa metode karbonisasi (pengarangan).

a) Pengarangan Terbuka

Metode pengarangan terbuka artinya pengarangan tidak didalam ruangan sebagaimana mestinya. Resiko kegagalannya lebih besar karena udara langsung kontak dengan bahan baku. Metode pengarangan ini paling murah dan paling cepat, tetapi bagian yang menjadi abu juga paling banyak, terutama jika selama proses pengarangan tidak ditunggu dan dijaga. Selain itu bahan baku harus selalu dibolak-balik agar arang yang diperoleh seragam dan merata warnanya.

b) Pengarangan di Dalam Drum

Drum bekas aspal atau oli yang masih baik bisa digunakan sebagai tempat proses pengarangan. Metode pengarangan didalam drum cukup praktis karena bahan baku tidak perlu ditunggu terus-menerus sampai menjadi arang.

c) Pengarangan di Dalam Silo

Sistem pengarangan silo dapat diterapkan untuk produksi arang dalam jumlah banyak. Dinding silo terbuat dari batu bata tahan api, sementara itu dinding luarnya disemen dan dipasang besi beton sedikitnya 4 buah tiang yang jaraknya disesuaikan dengan keliling silo. Sebaiknya sisi bawah silo diberi pintu yang berfungsi untuk mempermudah pengeluaran arang yang sudah jadi, hal yang penting dalam metode ini adalah menyediakan air yang banyak untuk memadamkan bara.

d) Pengarangan Semimodern

Metode pengarangan semimodern sumber apinya berasal dari plat yang dipanasi atau batu bara yang dibakar. Akibatnya udara disekeliling bara ikut menjadi panas dan memuai ke seluruh ruangan pembakaran. Panas yang timbul dihembuskan oleh *blower* atau kipas angin bertenaga listrik.

e) Pengarangan Supercepat

Pengarangan supercepat hanya membutuhkan waktu pengarangan hanya dalam hitungan menit, metode ini menggunakan penerapan roda berjalan. Bahan baku

dalam metode ini bergerak melewati lorong besi yang sangat panas dengan suhu mendekati 70°C.

2.4 Biocoal

2.4.1 Pengertian Biocoal

Biocoal adalah bahan bakar padat yang terbuat dari Batubara dengan campuran biomassa dan tambahan perekat. Briket *biocoal* mampu menggantikan sebagian dari kegunaan Minyak Tanah seperti untuk Pengolahan Makanan, Pengeringan, Pembakaran dan Pemanasan. Bahan baku utama briket *biocoal* adalah Batubara yang sumbernya berlimpah di Indonesia dan mempunyai cadangan untuk selama lebih kurang 150 tahun. Teknologi pembuatan Briket tidaklah terlalu rumit dan dapat dikembangkan oleh masyarakat maupun pihak swasta dalam waktu singkat. Sebetulnya di Indonesia telah mengembangkan briket *biocoal* sejak tahun 1994 namun tidak dapat berkembang dengan baik mengingat Minyak Tanah masih disubsidi sehingga harganya masih sangat murah, sehingga masyarakat lebih memilih Minyak Tanah untuk bahan bakar sehari-hari. Namun dengan kenaikan harga BBM, mau tidak mau masyarakat harus berpaling pada bahan bakar alternatif yang lebih murah seperti briket *biocoal*.

2.4.2 Jenis-Jenis Briket

Jenis-jenis briket *biocoal* antara lain sebagai berikut:

a. Briket jenis karbonisasi (super)

Jenis ini mengalami terlebih dahulu proses dikarbonisasi sebelum menjadi Briket. Dengan proses karbonisasi zat-zat terbang yang terkandung dalam Briket Batubara tersebut diturunkan serendah mungkin sehingga produk akhirnya tidak berbau dan berasap, namun biaya produksi menjadi meningkat karena pada Batubara tersebut terjadi rendemen sebesar 50%. Briket ini cocok untuk digunakan untuk keperluan rumah tangga serta lebih aman dalam penggunaannya.

b. Briket jenis non karbonisasi (biasa)

Jenis yang ini tidak mengalami dikarbonisasi sebelum diproses menjadi Briket dan harganya pun lebih murah. Karena zat terbangnya masih terkandung dalam Briket Batubara maka pada penggunaannya lebih baik menggunakan tungku (bukan kompor) sehingga akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dimana seluruh zat terbang yang muncul dari Briket akan habis terbakar oleh lidah api dipermukaan tungku. Briket ini umumnya digunakan untuk industri kecil.

2.4.3 Sifat briket yang baik

- a. Tidak berasap dan tidak berbau pada saat pembakaran
- b. Mempunyai kekuatan tertentu sehingga tidak mudah pecah waktu diangkat dan dipindah-pindah
- c. Mempunyai suhu pembakaran yang tetap ($\pm 3500^{\circ}\text{C}$) dalam jangka waktu yang cukup panjang (8-10 jam)
- d. Setelah pembakaran masih mempunyai kekuatan tertentu sehingga mudah untuk dikeluarkan dari dalam tungku masak
- e. gas hasil pembakaran tidak mengandung gas karbon monoksida yang tinggi.

2.4.4 Keunggulan Briket

- a. Lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar minyak.
- b. Panas yang tinggi dan kontinyu sehingga sangat baik untuk pembakaran yang lama
- c. Tidak beresiko meledak/terbakar
- d. Tidak mengeluarkan suara bising serta tidak berjelaga
- e. Sumber Batubara berlimpah

2.5. Bahan Perekat

Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Beberapa istilah lain dari perekat yang memiliki kekhususan meliputi *glue*, *mucilage*, *paste*, dan *cement*. *Glue*

merupakan perekat yang terbuat dari protein hewani seperti kulit, kuku, urat, otot dan tulang yang digunakan dalam industri kayu. *Mucilage* adalah perekat yang dipersiapkan dari getah dan air yang diperuntukkan terutama untuk perekat kertas. *Paste* adalah perekat pati (*starch*) yang dibuat melalui pemanasan campuran pati dan air dan dipertahankan berbentuk pasta. *Cement* adalah istilah yang digunakan untuk perekat yang bahan dasarnya karet dan mengeras melalui pelepasan pelarut (Ruhendi, dkk, 2007).

Sedangkan menurut Kurniawan dan Marsono (2008), ada beberapa jenis perekat yang digunakan untuk briket arang yaitu :

a. Perekat aci

Perekat aci terbuat dari tepung tapioka yang mudah dibeli dari toko makanan dan di pasar. Perekat ini biasa digunakan untuk mengelem prangko dan kertas. Cara membuatnya sangat mudah yaitu cukup mencampurkan tepung tapioka dengan air, lalu dididihkan di atas kompor. Selama pemanasan tepung diaduk terus menerus agar tidak menggumpal. Warna tepung yang semula putih akan berubah menjadi transparan setelah beberapa menit dipanaskan dan terasa lengket di tangan.

b. Perekat tanah liat

Perekat tanah liat bisa digunakan sebagai perekat karbon dengan cara tanah liat diayak halus seperti tepung, lalu diberi air sampai lengket. Namun penampilan briket arang yang menggunakan bahan perekat ini menjadi kurang menarik dan membutuhkan waktu lama untuk mengeringkannya serta agak sulit menyala ketika dibakar.

c. Perekat getah karet

Daya lekat getah karet lebih kuat dibandingkan dengan lem aci maupun tanah liat. Ongkos produksinya relatif mahal dan agak sulit mendapatkannya. Briket arang yang menggunakan perekat ini akan menghasilkan asap tebal berwarna hitam dan beraroma kurang sedap ketika dibakar.

d. Perekat getah pinus

Briket arang menggunakan perekat ini hampir mirip dengan briket arang dengan menggunakan perekat karet. Namun, keunggulannya terletak pada daya

benturan briket yang kuat meskipun dijatuhkan dari tempat yang tinggi (briket tetap utuh).

e. Perekat pabrik

Perekat pabrik adalah lem khusus yang diproduksi oleh pabrik yang berhubungan langsung dengan industri pengolahan kau. Lem-lem tersebut mempunyai daya lekat yang sangat kuat tetapi kurang ekonomis jika diterapkan pada briket bioarang.

Untuk mendapatkan karbon yang memiliki sifat yang unggul dari segi mutu dan lebih ekonomis dari segi biaya produksinya, tidak jarang produsen briket mengkombinasikan dua jenis bahan perekat sekaligus. Disisi lain, penggabungan macam-macam perekat ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan briket dari faktor-faktor yang kurang menguntungkan, seperti temperatur ekstrim, kelembaban tinggi, dan kerusakan selama pengangkutan briket.

Pada penelitian ini jenis perekat yang digunakan yaitu tepung sagu. Jenis tepung kualitasnya beragam tergantung pada pemakaiannya. Khusus untuk pembuatan briket dipilih yang mempunyai viskositas atau kekentalan yang tinggi. Komposisi kimia tepung sagu dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Komposisi Kimiawi tepung Sagu

Bahan Penyusun	Jumlah	Bahan Penyusun	Jumlah
Air (gr)	14,0	Fosfor (mg)	13,0
Protein (gr)	0,7	Besi (mg)	1,3
Lemak (gr)	0,2	Vitamin A	0,01
Karbohidrat (gr)	84,7	Riboflavin	-
Thiamin	-	Niasin	-
Kalsium (mg)	11,0	Asam askorbat	-
Serat (gr)	0,2	Abu (gr)	0,4
Kalori (cal)	353,0	-	-

Sumber : Jurnal Teknik Kimia No 1. Vol 18, Januari 2012

2.6. Pembriketan Batubara

Proses pembriketan batubara dapat didefinisikan sebagai suatu proses pengolahan briket yang dihasilkan mempunyai bentuk, ukuran fisik, sifat kimia tertentu dengan menggunakan teknik yang tepat. Briket batubara dapat dibuat dari bermacam-macam rank batubara, tergantung pada jenis batubara yang ada, misalnya *lignite*, *sub-bituminous*, *bituminous*, *semiantrasit* dan *anthrasite*. Kualitas briket dapat dipengaruhi oleh kualitas batubara yang digunakan. Batubara yang mengandung zat terbang yang terlalu tinggi cenderung mengeluarkan asap hitam dan berbau tidak sedap.

Pemilihan perekat berdasarkan pada:

- a) perekat harus memiliki daya adhesi yang baik bila dicampur dengan semikokas;
- b) perekat harus mudah didapat dalam jumlah banyak dan harganya murah;
- c) perekat tidak boleh beracun dan berbahaya. (Subroto, 2006)

Tabel 7. Standar Mutu briket Menurut SNI 01-6235-2000

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Kadar air	%	Maksimum 8
2	Bagian yang hilang pada pemanasan 90°C	%	Maksimum 15
3	Kadar abu	%	Maksimum 8
4	Kalori (ADBK)	Kal/gr	Minimum 5000

Sumber :SNI 01-6235-2000

Tabel 8. Standar Nilai Briket

Analisa standar nilai briket	Nilai
Kandungan air total	<5%
Abu	14-18%
Zat terbang	20-24%
Karbon tetap	50-60%
Nilai kalor	1500-6000 cal/gr
Belerang	<0,5%
Kuat tekan	>60 kgf/cm
Daya tahan banting	>95%
Ukuran (pxlxT)	51x39x49mm
Berat butir	50 gr
Komposisi kimia	
Karbon (c)	64-67%
Hidrogen (h)	2,7-49%
Oksigen (o)	11,1-13%
Nitrogen (n)	1-,1,1%
Sulfur SO ₂	<5 ppm
Nitrogen dioksida (Nox)	<2 ppm
Karbon monoksida	<1.000 ppm
Asap	Tidak berasap
Suhu penyalaaan	185oc

Sumber : Jurnal Teknik Kimia No.1 vol.18, Januari 2012

2.7 Parameter Kualitas

Terdapat dua metode untuk menganalisis batubara: analisis *ultimate* dan analisis *proximate*. Analisis *ultimate* menganalisis seluruh elemen komponen batubara, padat atau gas seperti karbon, hidrogen, oksigen, sulfur, dan lain-lain. Analisis ini berguna dalam penentuan jumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran dan volum serta komposisi gas pembakaran sedangkan analisis *proximate* menganalisis hanya *fixed carbon*, bahan yang mudah menguap, kadar air

dan persen abu. Analisis *ultimate* harus dilakukan oleh laboratorium dengan peralatan yang lengkap oleh ahli kimia yang trampil, sedangkan analisis *proximate* dapat dilakukan dengan peralatan yang sederhana.

a. Kadar Air Lembab (IM)

Kadar Air Lembab (IM) yaitu kandungan air bawaan setelah contoh dikondisikan diruang pengujian laboratorium. Analisis ini digunakan untuk menentukan kandungan air yang terdapat dibagian dalam bahan baku. Analisa kandungan air dalam bahan baku dengan menghitung bobot bahan baku yang hilang perjumlah sampel bahan baku setelah dipanaskan pada suhu 110 °C dalam *furnace* selama 1 jam. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penentuan kadar air pada bahan baku adalah:

- a) Sampel ditimbang masing-masing 1 gram beserta *crusible* dan tutup.
- b) Dipanaskan pada temperatur 110 °C selama 1 jam.
- c) Dikeluarkan *crusibel* berisi residu dan tutup.
- d) Kemudian dinginkan di udara bebas kemudian dimasukkan kedalam desikator selama 10 menit.
- e) Ditimbang berat residu beserta *crusibel* dan tutup
- f) Dicatat dan dihitung persentase *Inherent Moisture* (IM).

b. Kadar Abu (Ash)

Kadar Abu (Ash) adalah zat organik yang dihasilkan setelah batubara dibakar. Kadar abu dapat dihasilkan dari pengotoran bawaan dalam proses pembentukan batubara maupun pengotoran yang berasal dari proses penambangan.

Kadar abu (*Ash Content*) adalah material anorganik tak terbakar yang tersisa setelah bahan baku dibakar. Analisa kandungan abu dimana bahan baku dilakukan dengan menghitung bobot contoh bahan baku yang hilang setelah contoh dibakar. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penentuan kandungan abu pada bahan baku adalah:

- a) Ditimbang masing-masing 1 gr sampel beserta *crusibel* dan tutup.
- b) *Crusibel* yang berisi sampel keadaan tertutup dimasukkan kedalam *furnace*.
- c) Dipanaskan pada temperatur 500°C selama 30 menit

- d) Temperatur didalam oven dinaikkan sampai pada suhu 815°C biarkan terbakar selama 1,5 jam
- e) Didinginkan diudara bebas dan kemudian dimasukkan kedalam desikator selama 10 menit
- f) *Crusibel* berisi residu dan tutup dikeluarkan
- g) Ditimbang berat residu beserta *crusible* dan tutup
- h) Dicatat dan dihitung kadar abunya.

c. Zat Terbang (VM)

Kadar Zat Terbang (VM) adalah zat aktif yang menghasilkan energi panas apabila batubara tersebut dibakar. Umumnya terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti Hidrogen, Karbon Monoksida (CO) dan Metan (CH_4). *Volatile Matter* sangat erat kaitannya dengan rank batubara, makin tinggi kandungan VM makin rendah kelasnya. Dalam pembakaran batubara dengan VM tinggi akan mempercepat pembakaran karbon tetap (*Fixed Carbon/FC*). Sebaliknya bila VM rendah mempersulit proses pembakaran. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penentuan kandungan zat terbang pada bahan baku adalah:

- a) Ditimbang masing-masing 1 gr sampel beserta *crusibel* dan tutup.
- b) *Crusibel* yang berisi sampel keadaan tertutup dimasukkan kedalam *furnace*.
- c) Dipanaskan pada temperatur 900°C selama 7 menit.
- d) Dikeluarkan *crusible* berisi residu dan tutup.
- e) Didinginkan diudara bebas dan kemudian dimasukkan kedalam desikator selama 10 menit
- f) *Crusibel* berisi residu dan tutup dikeluarkan
- g) Ditimbang berat residu beserta *crusible* dan tutup
- h) Dicatat dan dihitung kadar zat terbang (VM).

d. Karbon Tetap (FC)

Kadar Karbon Tetap (FC) adalah karbon yang terdapat dalam batubara yang berupa zat padat / karbon yang tertinggal sesudah penentuan nilai zat terbang (VM). Melalui pengeluaran zat terbang dan kadar air, maka karbon tertambat secara otomatis sehingga akan naik. Dengan begitu makin tinggi nilai karbonnya,

maka peringkat batubara meningkat. Penentuan jumlah karbon tertambat dapat ditentukan dengan pengurangan seratus persen terhadap jumlah kandungan air, zat terbang dan abu.

e. Nilai Kalor (CV)

Nilai Kalor (CV) adalah penjumlahan dari harga-harga panas pembakaran unsur-unsur pembentuk batubara. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penentuan nilai kalor pada bahan baku adalah:

- a) Ditimbang masing-masing 1 gram sampel kedalam cawan, ditempatkan kedalam kaitan yang tersedia pada *Bomb Calorimeter*.
- b) Dipasangkan 10cm benang pembakar dari katun pada kawat yang menghubungkan kedua katub *bomb head* lalu plintir benang sampai ujungnya menyentuh sampel.
- c) *Bomb head* yang sudah berisi sampel dimasukkan kedalam alat *calorimeter* kemudian putar sampai tertutup dan terkunci.
- d) Ditekan tombol start, lalu tekan kontinyu, masukkan kode/ID sampel kemudian ditekan enter, lihat ID *bomb* lalu sesuaikan kode *bomb head* nya kemudian tekan *enter* dan ketik berat sampel setelah itu tekan tombol enter kembali, maka secara otomatis alat akan menganalisis contoh dan menghitungnya.
- e) Setelah proses analisis selesai, *Bomb Calorimeter* dimatikan dan dibersihkan serta dikeringkan