

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi mempunyai peranan yang sangat penting dalam berbagai kegiatan ekonomi dan kehidupan masyarakat khususnya energi batubara. Batubara adalah salah satu pilihan energi yang saat ini banyak digunakan oleh industri-industri di dunia. Di Indonesia sendiri, penggunaan batubara terus meningkat tiap tahunnya. Dalam kurun waktu 1998-2005 tercatat konsumsi batubara dalam negeri meningkat rata-rata 13,29% per tahun dan diprediksi akan meningkat 540% yaitu dari 35,342 juta ton (2005) menjadi 191,130 juta ton di tahun 2025. Konsumsi batubara dalam negeri ini dimanfaatkan untuk pembangkit listrik, industri semen, industri tekstil, industri metalurgi, dan industri lainnya. Tidak hanya di Indonesia, penggunaan batubara sebagai pembangkit energi juga menjadi primadona di hampir seluruh belahan dunia. Menurut International Energy Agency (2010), Konsumsi batubara dunia akan tumbuh rata-rata 2,6 persen per tahun antara periode 2005-2015 (Khairul Faiz, 2013).

Isu kenaikan harga BBM (khususnya minyak tanah) dan BBG (elpiji) menyadarkan kita bahwa konsumsi energi yang semakin meningkat dari tahun ke tahun tidak seimbang dengan ketersediaan sumber energi tersebut. Kelangkaan dan kenaikan harga minyak akan terus terjadi karena sifatnya yang *nonrenewable* (tidak dapat diperbarui). Hal ini harus segera diimbangi dengan penyediaan sumber energi alternatif yang *renewable* (dapat diperbarui), melimpah jumlahnya, dan murah harganya sehingga terjangkau oleh masyarakat luas (Hermawan, 2006).

Sejalan dengan kebijaksanaan energi nasional dalam rangka memenuhi program diversifikasi sumber daya energi (UU No.30 tahun 2007 tentang energi), maka dalam rangka memenuhi program tersebut, batubara mempunyai peluang yang sangat besar menjadi alternatif utama dalam upaya diversifikasi sumber daya energi dalam negeri. Batubara dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga dalam bentuk briket, tetapi penggunaan briket batubara masih memiliki kendala,

yaitu sulit menyala karena kadar zat terbang rendah sedangkan biomassa mempunyai kandungan zat terbang yang tinggi, sehingga mempunyai keunggulan relatif mudah dinyalakan. Disisi lain, biomassa kini menempati urutan keempat sebagai sumber energi yang menyediakan sekitar 14% kebutuhan energi dunia (Winaya, 2008).

Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Reesi Muharyani, Dina Pratiwi, Faisol Asip yang meneliti pengaruh suhu serta campuran arang jerami padi dan batubara subbituminus pada pembuatan *biocoal*, hasilnya menunjukkan bahwa pencampuran jerami padi dengan batubara Subbituminus sangat berpengaruh terhadap nilai kalor briket *biocoal* yang dihasilkan = 5117,86 cal/gr, kadar air lembab = 4,89%, kadar abu = 16,94%, kadar zat terbang = 24,65% serta karbon tetap = 53,52%. Secara keseluruhan kualitas briket *biocoal* dari jerami padi dan batubara Subbituminus ini cukup baik, sehingga dapat dijadikan bahan bakar alternatif (Jurnal Teknik Kimia No 1. Vol 18, Januari 2012). Sejalan dengan penelitian tersebut maka penulis ingin lebih mengembangkannya lagi dengan bahan baku yang berbeda untuk mendapatkan *biocoal* terbaik dengan mengetahui pengaruh komposisi dan ukuran material pada pembuatan briket *biocoal* dari campuran batubara lignit, sekam padi, dan tempurung kelapa berdasarkan analisis poksimat dan nilai kalor.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Membuat *biocoal* dari campuran batubara lignit, sekam padi dan tempurung kelapa.
2. Mengetahui pengaruh komposisi dan ukuran material campuran pada pembuatan *biocoal* dari campuran sekam padi, tempurung kelapa dan batubara lignit berdasarkan analisis poksimat dan nilai kalor.

1.3 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Sebagai sumber pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dalam upaya diversifikasi sumber daya energi.
2. Memperoleh komposisi dan ukuran material terbaik pada pembuatan *biocoal* dari campuran sekam padi, tempurung kelapa dan batubara lignit.
3. Mendapatkan produk *biocoal* yang baik sesuai SNI 01-6235-2000 sebagai energi alternatif yang dapat bermanfaat bagi masyarakat.

1.4 Perumusan Masalah

Penggunaan briket batubara memiliki kendala sulit menyala karena kadar zat terbang rendah sedangkan biomassa mempunyai keunggulan relatif mudah dinyalakan sehingga alternatif lain pada pembriketan batubara yaitu melalui proses penggabungan dengan biomassa menjadi briket *biocoal*. Proses pembuatan *biocoal* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: ukuran material, komposisi campuran, jenis perekat, kuat tekan pembriketan, temperatur dan waktu karbonisasi. Oleh sebab itu, perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini yaitu ingin mengetahui komposisi dan ukuran material terbaik dari produk *Biocoal* campuran batubara lignit, sekam padi dan tempurung kelapa berdasarkan analisis proksimat dan nilai kalor menurut SNI 01-6235-2000.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batubara

Batubara adalah bahan bakar hidrokarbon padat yang terjadi dari tumbuh-tumbuhan dalam kondisi bebas oksigen yang berlangsung pada tekanan serta temperatur tertentu pada waktu yang cukup lama. 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.

Kegiatan penambangan khususnya Batubara dan lain-lain dikenal sebagai kegiatan yang dapat merubah permukaan bumi. Karena itu, penambangan sering dikaitkan dengan kerusakan lingkungan. Walaupun pernyataan ini tidak selamanya benar, patut diakui bahwa banyak sekali kegiatan penambangan yang dapat menimbulkan kerusakan di tempat penambangannya. Dampak negatif yang ditimbulkan kegiatan penambangan berskala besar, baik dalam ukuran teknologi maupun investasi, dapat berukuran besar pula. Namun pengendaliannya lebih memungkinkan ketimbang pertambangan yang menggunakan teknologi yang tidak memadai apalagi danannya terbatas.

Di Indonesia, batubara merupakan bahan bakar utama selain solar (*diesel fuel*) yang telah umum digunakan pada banyak industri, dari segi ekonomis batu bara jauh lebih hemat dibandingkan solar, dengan perbandingan sebagai berikut: Solar Rp 0,74/kilokalori sedangkan batu bara hanya Rp 0,09/kilokalori, (berdasarkan harga solar industri Rp. 6.200/liter). Dari segi kuantitas batu bara termasuk cadangan energi fosil terpenting bagi Indonesia. Jumlahnya sangat berlimpah, mencapai puluhan milyar ton. Jumlah ini sebenarnya cukup untuk

memasok kebutuhan energi listrik hingga ratusan tahun ke depan. Sayangnya, Indonesia tidak mungkin membakar habis batu bara dan mengubahnya menjadi energi listrik melalui PLTU. Selain mengotori lingkungan melalui polutan CO₂, SO₂, NO_x dan C_xH_y cara ini dinilai kurang efisien dan kurang memberi nilai tambah tinggi (www.ilmubatubara.wordpress.com).

2.2 Klasifikasi Batubara

Pengklasifikasian batubara di dasarkan pada derajat dan kualitas dari batubara tersebut, yaitu :

1. Gambut / *Peat*

Golongan ini sebenarnya termasuk jenis batubara, tapi merupakan bahan bakar. Hal ini disebabkan karena masih merupakan fase awal dari proses pembentukan batubara. Endapan ini masih memperlihatkan sifat awal dari bahan dasarnya (tumbuh-tumbuhan).

2. *Lignite*

Golongan ini sudah memperlihatkan proses selanjutnya berupa struktur kekar dan gejala pelapisan. Apabila dikeringkan, maka gas dan airnya akan keluar. Endapan ini bisa dimanfaatkan secara terbatas untuk kepentingan yang bersifat sederhana, karena panas yang dikeluarkan sangat rendah.

3. *Sub-Bituminous* / Bitumen Menengah

Golongan ini memperlihatkan ciri-ciri tertentu yaitu warna yang kehitam-hitaman dan sudah mengandung lilin. Endapan ini dapat digunakan untuk pemanfaatan pembakaran yang cukup dengan temperatur yang tidak terlalu tinggi.

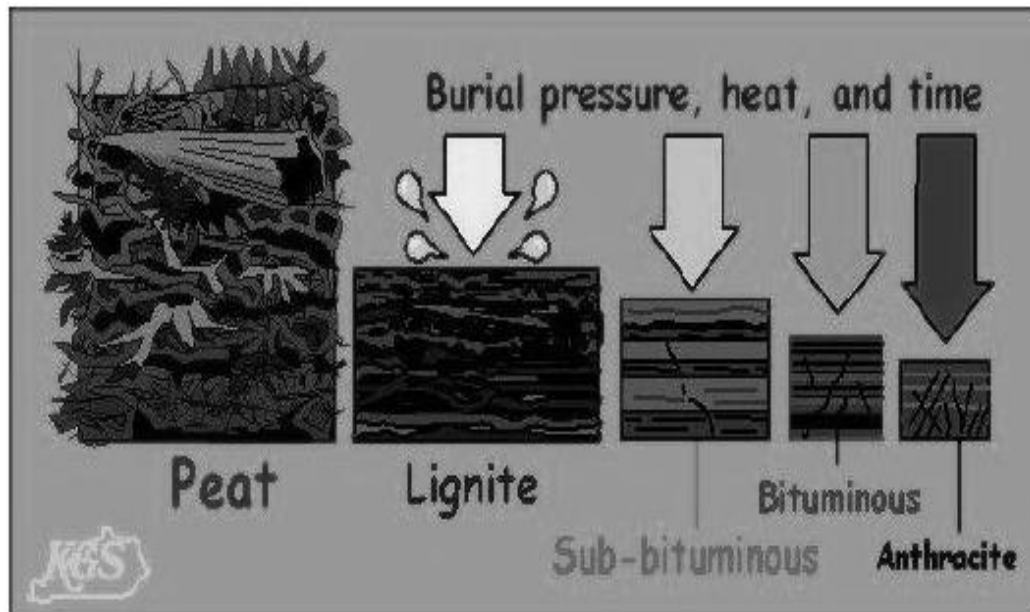
4. *Bituminous*

Golongan ini dicirikan dengan sifat-sifat yang padat, hitam, rapuh (*brittle*) dengan membentuk bongkah-bongkah prisma. Berlapis dan tidak mengeluarkan gas dan air bila dikeringkan. Endapan ini dapat digunakan antara lain untuk kepentingan transportasi dan industri.

5. *Anthracite*

Golongan ini berwarna hitam, keras, kilap tinggi, dan pecahannya

memperlihatkan pecahan chocoidal. Pada proses pembakaran memperlihatkan warna biru dengan derajat pemanasan yang tinggi. Digunakan untuk berbagai macam industri besar yang memerlukan temperatur tinggi.



Sumber : www.ilmubatubara.wordpress.com. Diakses pada 19 Juni 2014

Gambar 1. Proses Pembentukan Batubara Menjadi Jenis – Jenis Batubara

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. Ada 3 macam Klasifikasi yang dikenal untuk dapat memperoleh beda variasi kelas / mutu dari batubara yaitu :

2.2.1 Klasifikasi menurut ASTM

Klasifikasi ini dikembangkan di Amerika oleh *Bureau of Mines* yang akhirnya dikenal dengan Klasifikasi menurut ASTM (*America Society for Testing and Material*). Klasifikasi ini berdasarkan rank dari batubara itu atau berdasarkan derajat metamorphism nya atau perubahan selama proses coalifikasi (mulai dari

lignit hingga antrasit). Untuk menentukan rank batubara diperlukan data *fixed carbon* (dmmf), *volatile matter* (dmmf) dan nilai kalor dalam Btu/lb dengan basis mmmf (*moist*, mmf). Cara pengklasifikasian yaitu :

- a. Untuk batubara dengan kandungan VM lebih kecil dari 31% maka klasifikasi didasarkan atas FC nya, untuk ini dibagi menjadi 5 group, yaitu:
 1. FC lebih besar dari 98% disebut meta antrasit
 2. FC antara 92-98% disebut antrasit
 3. FC antara 86-92% disebut semiantrasit
 4. FC antara 78-86% disebut low volatil
 5. FC antara 69-78% disebut medium volatil

- b. Untuk batubara dengan kandungan VM lebih besar dari 31%, maka klasifikasi didasarkan atas nilai kalornya dengan basis mmmf
 1. 3 group bituminous coal yang mempunyai *moist* nilai kalor antara 13.000 - 14.000 Btu/lb yaitu :
 - a. *High Volatile A Bituminuos coal* (>14.000)
 - b. *High Volatile B Bituminuos coal* (13.000-14.000)
 - c. *High Volatile C Bituminuos coal* (<13.000)
 2. group *Sub-Bituminous coal* yang mempunyai *moist* nilai kalor antara 8.300 - 13.000 Btu/lb yaitu :
 - a. *Sub-Bituminuos A coal* (11.000-13.000)
 - b. *Sub-Bituminuos B coal* (9.000-11.000)
 - c. *Sub-Bituminuos C coal* (8.300-9.500)

- c. Untuk batubara jenis lignit
 1. 2 group Lignit coal dengan *moist* nilai kalor di bawah 8.300 Btu/lb yaitu:
 - a. Lignit (6300-8.300)
 - b. *Brown Coal* (<6.300)

2.2.2 Klasifikasi menurut *National Coal Board* (NCB)

Klasifikasi ini dikembangkan di Eropa pada tahun 1946 oleh suatu organisasi Fuel Research dari *departemen of Scientific and Industrial Research* di Inggris. Klasifikasi ini berdasarkan rank dari batubara, dengan menggunakan parameter *volatile matter (dry, mineral matter free)* dan *cooking power* yang ditentukan oleh pengujian Gray King. Dengan menggunakan parameter VM saja NCB membagi batubara atas 4 macam :

1. *Volatile* dibawah 9,1%, dmmmf dengan *coal rank* 100 yaitu Antrasit
2. *Volatile* diantara 9,1-19,5%,dmmmf dengan *coal rank* 200 yaitu *Low Volatile/Steam Coal*
3. *Volatile* diantara 19,5-32%,dmmf dengan *coal rank* 300 yaitu *Medium Volatil Coal*
4. *Volatile* lebih dari 32 %, dmmmf dengan *coal rank* 400-900 yaitu *High Volatile Coal*

Masing – masing pembagian di atas dibagi lagi menjadi beberapa sub berdasarkan tipe *coke Gray King* atau pembagian kecil lagi dari kandungan VM.

Untuk *High Volatile Coal* dibagi berdasarkan sifat cakingnya yaitu :

- a. *Very strongly caking* dengan *rank code* 400
- b. *Strongly caking* dengan *rank code* 500
- c. *Medium caking* dengan *rank code* 600
- d. *Weakly caking* dengan *rank code* 700
- e. *Very weakly caking* dengan *rank code* 800
- f. *Non caking* dengan *rank code* 900

2.2.3 Klasifikasi menurut *International*

Klasifikasi ini dikembangkan oleh *Economic Commision for Europe* pada tahun 1956.

Klasifikasi ini dibagi atas dua bagian yaitu :

1. Hard Coal

Didefinisikan untuk batubara dengan *gross calorific value* lebih besar dari 10.260 Btu/lb atau 5.700 kcal/kg (moist, ash free). *International System* dari

hard coal dibagi atas 10 kelas menurut kandungan VM (daf). Kelas 0 sampai 5 mempunyai kandungan VM lebih kecil dari 33% dan kelas 6 sampai 9 dibedakan atas nilai kalornya (mmaf) dengan kandungan VM lebih dari 33%. Masing-masing kelas dibagi atas 4 group (0-3) menurut sifat crackingnya ditentukan dari “*Free Swelling Index*” dan “*Roga Index*”. Masing group ini dibagi lagi atas *sub group* berdasarkan tipe dari coke yang diperoleh pengujian *Gray King* dan *Audibert-Arnu dilatometer test*. Jadi pada International klasifikasi ini akan terdapat 3 angka, angka pertama menunjukkan kelas, angka kedua menunjukkan group dan angka ketiga menunjukkan sub-group. Sifat caking dan coking dari batubara dibedakan atas kelakuan serbuk batubara bila dipanaskan. Bila laju kenaikan *temperature relative* lebih cepat menunjukkan sifat caking. Sedangkan sifat coking ditunjukkan apabila laju kenaikan *temperature* lambat.

2. *Brown Coal*

International klasifikasi dari *Brown coal* dan lignit dibagi atas parameternya yaitu total moisture dan *low temperature Tar Yield* (daf).

- a. Berdasarkan total moisture (ash free) dibagi atas 6 kelas:
 - 1) Nomor kelas 10 dengan total *moisture* lebih dari 20%, ash free
 - 2) Nomor kelas 11 dengan total *moisture* 20-30%, ash free
 - 3) Nomor kelas 12 dengan total *moisture* 30-40%, ash free
 - 4) Nomor kelas 13 dengan total *moisture* 40-50%, ash free
 - 5) Nomor kelas 14 dengan total *moisture* 50-60%, ash free
 - 6) Nomor kelas 15 dengan total *moisture* 60-70%, ash free
- b. Berdasarkan *low temperature Tar Yield* (daf) dibagi lagi atas 5 group yaitu :
 - 1) No group 00 tar yield lebih rendah dari 10% daf
 - 2) No group 10 tar yield antara 10-15 % daf
 - 3) No group 20 tar yield antara 15-20 % daf
 - 4) No group 30 tar yield antara 20-25 % daf
 - 5) No group 40 tar yield lebih dari 25% daf

2.3 Analisis Batubara

2.3.1 Analisis Proksimat

Analisis proksimat batubara bertujuan untuk menentukan kadar *moisture* (air dalam batubara) kadar *moisture* ini mencakup pula nilai *free moisture* serta *total moisture*, *ash* (debu), *volatile matters* (zat terbang), dan *fixed carbon* (karbon tertambat).

Berikut merupakan Parameter Kualitas Batubara diantaranya:

1. Kadar Air Lembab (IM)

Kadar Air Lembab (IM) yaitu kandungan air bawaan setelah contoh dikondisikan di ruang pengujian laboratorium

2. Kadar Abu (*Ash*)

Kadar Abu (*Ash*) adalah zat organik yang dihasilkan setelah batubara dibakar. merupakan kandungan residu non-combustible yang umumnya terdiri dari senyawa-senyawa silika oksida (SiO_2), kalsium dioksida (CaO), Karbonat, dan mineral-mineral lainnya. Kadar abu dapat dihasilkan dari pengotoran bawaan dalam proses pembentukan batubara maupun pengotoran yang berasal dari proses

3. 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.

4. 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.

5. Nilai Kalor (CV)

Nilai Kalor (CV) adalah penjumlahan dari harga-harga panas pembakaran unsur-unsur pembentuk batubara.

2.3.2 Analisis Ultimat

Analisis Ultimat dilakukan untuk menentukan kadar karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S) dalam batubara. Seiring dengan perkembangan teknologi, analisis ultimat batubara sekarang sudah dapat dilakukan dengan cepat dan mudah. Analisa ultimat ini sepenuhnya dilakukan oleh alat yang sudah terhubung dengan komputer. Prosedur analisis ultimat ini cukup ringkas, cukup dengan memasukkan sampel batubara ke dalam alat dan hasil analisis akan muncul kemudian pada layar komputer.

2.4 Batubara Lignit

Lignit atau disebut juga *brown coal* merupakan batubara geologis muda yang memiliki kandungan karbon terendah, 25-35 persen, dan nilai panas berkisar antara 4.000 dan 8.300 BTU per pon. (<http://www.indoenergi.com/2012/03/jenis-jenis-batubara.html>).

Batubara Lignit memiliki beberapa karakteristik khusus. Karakteristik ini bervariasi dari tambang ke tambang seperti:

1. Yang paling membedakan adalah nilai kalornya yang rendah. Rentang nilai kalor dari 8000 kJ / kg sampai 15000 kJ / kg. Bandingkan dengan batubara bitumen yang memiliki nilai kalor 12000-20000 kJ / kg.
2. Lignit memiliki kadar air yang tinggi di kisaran 45% sampai 55%.
3. Kandungan materi volatil juga tinggi.
4. Jumlah kandungan sulphur tinggi, terutama dalam bentuk FeS₂ Ferrous Sulfida, mengurangi suhu fusi abu ke tingkat rendah, 900 ° C.
5. Lignit lebih lembut daripada batubara bitumen, dengan HGI di kisaran seratus, sehingga lebih mudah untuk dilumat.

2.5 Biomassa

Bioamassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis 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).

Sedangkan menurut Silalahi (2000), biomassa adalah campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak protein dan mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama tanaman biomassa adalah karbohidrat (berat kering $\pm 75\%$), lignin ($\pm 25\%$) dimana dalam beberapa tanaman komposisinya bisa berbeda-beda.

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, relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian (Widardo dan Suryanta, 1995). Biomassa mempunyai kandungan zat terbang yang tinggi, maka biomassa mempunyai keunggulan relatif mudah dinyalakan. Biomassa merupakan produk fotosintesa, yaitu butir –butir hijau daun yang bekerja sebagai sel surya, menyerap energi menjadi senyawa karbon (C), hydrogen (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 disebut bioarang. Bioarang inilah yang memiliki nilai kalori lebih tinggi serta bebas polusi bila digunakan sebagai bahan bakar batubara. (http://www.bab8_Energi Biomassa.pdf)

2.6 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil, dan mineral. Kandungan bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapanya. kebanyakan masyarakat masih menganggap tempurung atau batok kelapa sebagai limbah, sehingga tidak dimanfaatkan. Padahal tempurung kelapa dapat diolah menjadi macam-macam produk olahan bernilai salah satu yang mempunyai prospek cerah adalah arang tempurung kelapa. Arang tempurung kelapa dapat diolah menjadi briket. (Suhardiyono, L. 1987)

Tempurung kelapa terletak dibagian dalam kelapa setelah sabut. 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.

Tabel 2. Komposisi kimia Tempurung Kelapa

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

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

Tabel 3. 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)

2.7 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 dibakar salah satu bagiannya merupakan mineral zeolit. Mineral ini mampu menyerap bau ataupun asap. Ditinjau dari komposisi kimiawi sekam mengandung beberapa unsur penting. Dengan komposisi kandungan kimianya, sekam dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan diantaranya:

- a. Sebagai bahan baku pada industri kimia, terutama kandungan zat kimia furfural yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia.
- b. 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.
- c. 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 4.

Tabel 4. 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)

Sekam padi yang selama ini dipandang sebagai limbah yang dianggap sebagai polutan lingkungan sebenarnya adalah salah satu sumber energi biomasa yang dipandang penting untuk menanggulangi krisis energi belakangan ini khususnya di daerah pedesaan. Ketersediaan sekam padi di hampir 75 negara di dunia diperkirakan sekitar 100 juta ton dengan energi potensial berkisar $1,2 \times 10^9$ GJ/tahun dan mempunyai nilai kalor rata-rata 15 MJ/kg (Fang, 2004). Energi terbaharukan yang bersumber dari sekam padi telah lama dilirik penggunaannya dan bahkan telah dikonversi menjadi listrik di beberapa negara seperti China dan India. Salah satu alasan kenapa bahan bakar sekam padi masih jarang dipakai sebagai sumber energi yaitu karena kurang cukupnya informasi tentang karakteristik dan emisi yang dihasilkan.

Ditinjau data komposisi kimiawi, sekam mengandung beberapa unsur kimia penting seperti dapat dilihat pada tabel 5. Dengan komposisi kandungan kimia seperti pada tabel 5 tersebut, sekam dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan di antaranya: (a) sebagai bahan baku pada industri kimia, terutama kandungan zat kimia *furfural* yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia, (b) 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, (c) 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/m³, dengan nilai kalori 1 kgsekam sebesar 3300 k. kalori. Menurut Houston (1972) sekam memiliki *bulk density* 0,100 g/ ml, nilai kalori antara 3300-3600 k. kalori/kg sekam dengan konduktivitas panas 0,271 BTU.

Tabel 5. Komposisi kimiawi sekam padi

Komponen		Persentase kandungan (%)
A	Menurut Suharno (1979)	
1	Kadar air	9,02
2	Protein kasar	3,03
3	Lemak	1,18
4	Serat kasar	35,68
5	Abu	17,71
6	Karbohidrat kasar	33,71
B	Menurut DTC-IPB	
1	Karbon (zat arang)	1,33
2	Hidrogen	1,54
3	Oksigen	33,64
4	Silika	16,98

Sumber: <http://chapuccino.wordpress.com> (2012)

Karakteristik lain yang dimiliki bahan bakar sekam padi adalah kandungan zat volatil yang tinggi (*high-volatile matter*) yaitu zat yang mudah menguap. Kandungan zat volatilnya berkisar antara 60-80% dimana bahan bakar fosil hanya mempunyai 20-30% untuk jenis batu bara medium. Energi konversi yang dihasilkan lebih banyak berasal dari zat volatil ini dibandingkan dengan bara api (*solid residue*) biomasa (Ogada,1996).

2.8 Biocoal

BioCoal merupakan bahan bakar alami yang diproses melalui proses Torrefaction (pembakaran) dari bahan-bahan limbah yang kering. *Torrefaction*

dianggap sebagai teknologi untuk membuat bio-mass lebih mudah terbakar. *Torrefaction* memproses bio-mass yang dipanaskan pada suhu antara 200-300° C dalam ruangan kedap oksigen. Proses ini melepaskan senyawa organik yang mudah menguap dalam bio-mass. Senyawa tersebut berupa gas yang mudah terbakar, sehingga dimanfaatkan untuk proses pengeringan bio-mass. Tentunya proses ini sangat efisien dalam penggunaan energi. *Biocoal* diasumsikan dapat efisien daripada bahan bakar konvensional saat ini. *Torrefaction* menghasilkan bio-coal berupa bahan bakar padat dengan tingkat kelembaban yang rendah, mudah digiling layaknya batu bara biasa dan diklaim mudah terbakar seperti serbuk kayu. *Biocoal* diharapkan dapat mensubstitusi penggunaan batubara yang terus mengalami peningkatan signifikan. (<http://kompetiblog2013.wordpress.com/tag/lingkungan/>).

2.8.1 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*.

2.8.2 Jenis-Jenis Briket *Biocoal*

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 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.

2.8.4 Keunggulan Briket *Biocoal*

Adapun keunggulan briket *biocoal* diantaranya yaitu:

- 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

3.8.3 Sifat briket *biocoal* yang baik

Sifat briket *biocoal* yang baik yaitu:

- 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.

Selain itu *biocoal* yang dihasilkan juga harus memenuhi Standar Mutu briket Menurut SNI 01-6235-2000 dapat dilihat pada tabel 7 dan Standar Nilai Briket *Biocoal* dapat dilihat pada table 8. 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, sedangkan pemilihan perekatnya didasarkan 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 6. Standar Mutu briket Menurut SNI 01-6235-2000

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Kadar air b/b	%	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.7 Standar Nilai Briket *Biocoal*

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
Belarang	<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 penyalan	185oc

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

2.9 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 kayu. Lem-lem tersebut mempunyai daya lekat yang sangat kuat tetapi kurang ekonomis jika diterapkan pada briket bioarang.

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 kimiawi tepung sagu dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 8. 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

2.10 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.

Proses karbonisasi terdiri dari empat tahap yaitu :

1. Pada suhu 100 – 120°C terjadi penguapan air dan sampai suhu 270°C mulai terjadi peruraian selulosa. Distilat mengandung asam organik dan sedikit methanol. Asam cuka terbentuk pada suhu 200-270°C.
2. Pada suhu 270-310°C reaksi eksotermik berlangsung dimana terjadi peruraian selulosa secara intensif menjadi larutan piroligant, gas kayu dan sedikit tar. Asam merupakan asam organik dengan titik didih rendah seperti asam cuka dan methanol sedang gas kayu terdiri dari CO dan CO₂.
3. Pada suhu 310-500°C terjadi peruraian lignin, dihasilkan lebih banyak tar sedangkan larutan pirolignat menurun, gas CO₂ menurun sedangkan gas CO dan CH₄ dan H₂ meningkat.
4. Pada suhu 500-1000°C merupakan tahap dari pemurnian arang atau kadar karbon. (R. Sudrajat, 1994)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai dengan bulan Juni 2014. Dilaksanakan dan dianalisa dilaboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan yang digunakan

1. Batubara lignit
2. Air
3. Sekam padi
4. Tempurung kelapa
5. Tepung sagu

3.2.2. Alat yang digunakan

1. Gelas kimia 250 ml
2. Gelas ukur 100ml
3. *Hammer mill*
4. Spatula
5. *Sieving* (ayakan)
6. Seperangkat alat *bomb calorimeter* dan TGA
7. Neraca analitik
8. *Furnace*
9. Penjepit
10. Desikator
11. Cawan patri dan Cawan porselin
12. Baskom kecil
13. Pencetak briket
14. *Hot Plate*

3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

3.3.1 Perlakuan

1. Pengambilan Bahan Baku

Batubara lignit diambil dari PT. Geoservices, Jl. Tanjung Api Api, Palembang, Sumatera Selatan. Sedangkan bahan baku tempurung kelapa dan sekam padi diambil dari daerah persawahan desa Ibul Besar 3 Kec. Pamulutan Ogan Ilir, Sumatera Selatan.

2. Proses Karbonisasi (Pengarangan)

- Karbonisasi Batubara Lignit

1. Memasukkan Batubara Lignit ke dalam cawaan porselin.
2. Memasukkan Batubara Lignit yang telah disiapkan ke dalam furnace dengan temperatur 400°C selama 120 menit.
3. Penghalusan dan pengayakan hasil karbonisasi dengan ukuran 20 mesh dan 60 mesh.

- Karbonisasi Tempurung Kelapa

1. Memasukkan Tempurung Kelapa ke dalam cawaan porselin.
2. Memasukkan Tempurung Kelapa yang telah disiapkan ke dalam furnace dengan temperatur 400°C selama 180 menit.
3. Penghalusan dan pengayakan hasil karbonisasi dengan ukuran 20 mesh dan 60 mesh.

- Karbonisasi Sekam Padi

1. Memasukkan sekam padi ke dalam cawaan porselin.
2. Memasukkan sekam padi yang telah disiapkan ke dalam furnace dengan temperatur 400°C selama 60 menit.
3. Penghaluskan dan pengayakan hasil karbonisasi dengan ukuran 20 mesh dan 60 mesh.

3.4 Pembuatan *Biocoal*

Proses pembuatan briket *bicoal* dari campuran tempurung kelapa, sekam padi dan batubara lignit adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan bahan awal untuk pembuatan briket *bicoal* dari campuran tempurung kelapa, sekam padi dan batubara lignit.
2. Melakukan penganyakan batubara lignit dengan variasi ukuran 20 mesh dan 60 mesh.
3. Melakukan karbonisasi batubara lignit, sekam padi, dan tempurung kelapa.
4. Melakukan penganyakan sekam padi dan tempurung kelapa dengan variasi ukuran 20 mesh dan 60 mesh.
3. Menimbang bahan baku arang tempurung kelapa dan sekam padi masing-masing (10, 15 dan 20) % dalam 100gram dengan perbandingan komposisi 60%, 70%, dan 80% batubara dengan variasi ukuran 20 mesh dan 60 mesh.
4. Mencampur bahan sebanyak 100 gram setiap komposisi dan dilakukan pengadukan hingga homogen.
5. Menambahkan larutan perekat sagu pada setiap komposisi dan diaduk hingga merata.
6. Melakukan pencetakan briket dengan alat pencetak briket.
7. Melakukan pengeringan dengan bantuan sinar matahari selama 3 jam.

3.5 Pengujian Mutu Briket *Bicoal*

Pengujian analisa produk *biocoal* meliputi:

3.5.1 Prosedur Analisis

1. Analisis Proksimat

Adapun analisis untuk parameter *Fixed Carbon*, *Volatile Meter*, *Inherent Moisture*, Abu dilakukan dengan menggunakan alat TGA 701 dengan prosedur percobaan ialah :

a. Menyalakan Instrumen

1. Memastikan gas (oksigen, nitrogen dan udara tekan) sudah terpasang dengan benar ke instrumen. Setting pada regulator tabung gas:

Oksigen..... 35 psi (2.4 bar)

Nitrogen..... 35 psi (2.4 bar)

Udara Tekan..... 45 psi (3.1 bar)

- a. Menyalakan Analyzer (switch power terletak di panel bagian kanan Analyzer)
- b. Menyalakan komputer dan printer
- c. Icon TGA-701 pada layar desktop komputer diklik ganda untuk mengaktifkan software

b. Analisis Sampel

1. Pada menu utama diklik F5 Analyze pada toolbar, jika (sebelumnya data sampel belum dimasukkan, maka akan ditampilkan menu Sample Login. Dari sini bisa dimasukkan data sampel seperti pada prosedur 3).
2. Furnace segera terbuka dan sejumlah cawan kosong yang akan digunakan untuk analisis ditempatkan pada lubang Carousel, ditambah satu cawan kosong (sebagai referensi) pada posisi home yang bertanda lubang kecil. Tombol Actuator (pada panel depan Analyzer) ditekan, furnace akan menutup dan sistem akan menginisialisasi dan menimbang semua cawan
3. Setelah selesai, Furnace akan membuka kembali dan Carousel akan menuju ke posisi cawan yang pertama, sistem siap untuk menimbang sampel.
4. Sampel sebanyak 1 skop dimasukkan ke dalam cawan pertama, tepat di depan instrumen (1 skop ~ 1 gr).
5. Tombol Actuator ditekan, Carousel akan berputar dan berhenti pada posisi cawan berikutnya.
6. Langkah 4 – 5 diulangi sampai semua cawan terisi sampel.
7. Setelah pengisian cawan yang terakhir, penekanan tombol Actuator akan memulai analisis secara otomatis.
8. Dilakukan prosedur di atas untuk batubara ukuran 20 dan 60 mesh.

Catatan: Untuk langkah analisis zat terbang diperlukan tutup cawan, jika sampai pada langkah ini, maka Furnace akan membuka dan mempersilahkan operator memasang tutup cawan. Memasang cawan atau tutupnya selalu menggunakan crucible tong. Begitupula jika langkah ini selesai maka operator harus

mengambil tutup cawan. Gunakan sarung tangan yang disertakan untuk menghindari panas atau kontak dengan furnace.

c. Memasukkan Data Sampel :

1. Mengklik login dari menu sampel.
2. Mengetik nama sampel atau pilih melalui menu drop-down.
3. Menuliskan nomor sampel pada atribut location, jika dikosongkan maka software akan menentukan sendiri secara otomatis.
4. Menuliskan jumlah sampel yang akan dianalisis pada atribut count.
5. Mengklik OK.
6. Mengulangi langkah 2 – 5 untuk sampel berikutnya sampai semua sampel dimasukkan.
7. Untuk mengakhiri proses ini klik cancel.
9. Lakukan pengulangan prosedur di atas untuk ukuran 20 mesh, 60 mesh dan 60 mesh.

d. Mematikan Instrumen

Setelah proses analisis selesai, Furnace akan membuka. Karena temperatur masih terlalu panas, maka biarkan sistem menurunkan temperatur hingga mencapai temperatur kamar.

- a. Mengklik F7 Cover untuk menutup Furnace
- b. Mematikan *Analyzer*, komputer serta *printer*
- c. Menutup semua tabung gas.

3.5.2 Prosedur Analisis Nilai Kalor

Adapun untuk analisa ultimat khususnya nilai kalor menggunakan alat *Bomb Calorimeter* dengan prosedur percobaan antara lain :

1. Persiapan Sampel

- a. Membuka Cover dengan menarik besi Cover, kemudian mengangkat Bomb Head dari Bucket dengan cara memutar nyakekiri (berlawanan arah jarum jam). Meletakkan Bomb Head pada Head Support Stand, setelah itu memasang Cotton Wire (benang).

- b. Meletakkan cawan, menekan TARE pada neraca. Menimbang sampel.
- c. Mengambil cawan dari neraca, memasang pada Bomb Head. Cotton Wire harus menyentuh sampel.
- d. Memasukkan Bomb Head kedalam Bucket Calorimeter, memutar searah jarum jam untuk menguncinya.
- e. Menutup Cover Calorimeter.

2. Pengoperasian Alat

- a. Memilih *operating mode determination*
- b. Menekan *START*.
- c. Memasukkan *ID* sampel/ nama sampel.
- d. Memasukkan *ID Bomb/Bomb* yang digunakan (*Bomb1, Bomb2, Bomb3, dst*).
- e. Memasukkan berat sampel.
- f. Menunggu hingga proses analisis selesai, 10 – 15 menit.
- g. Hasil akan tampil pada LCD atau dapat di-*print out*.
- h. Membuka Cover, mengeluarkan *Bomb Head* dengan cara memutarnya berlawanan arah jarum jam. Membersihkan *Bomb Cylinder* dan *Bomb Head* dengan kain kering atau *tissue*. Agar lebih aman sebaiknya menggunakan kanebo, untuk mencegah adanya kotoran atau benang yang tertinggal di dalam silinder. Untuk pengukuran selanjutnya sama dengan di atas.
- i. Untuk mematikan, menekan *OFF HEATER AND PUMP*. Kemudian menekan *Power OFF*, menunggu hingga tampil *SAVE TO TURN OFF*. Setelah itu mematikan *Power* yang berada di belakang instrument.
- j. Menutup suplay gas oksigen dan nitrogen.
- k. Dilakukan pengulangan prosedur untuk ukuran sampel 20 mesh dan 60 mesh.

3. Analisis Nilai Kalor (CV) ASTM D 5865-07a

Nilai kalor bahan baku adalah penjumlahan dari harga-harga panas pembakaran dari unsur-unsur pembentuk bahan baku. Nilai kalor ini dapat ditentukan dengan menggunakan peralatan *Bomb Calorimeter* 6300.

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

[illegible]