

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Aguino (2010) dalam jurnalnya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah campuran perekat terhadap karakteristik sifat fisik, kimia dan daya tahan dari briket arang tongkol jagung. Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh bahwa semakin banyak campuran perekat, daya tahan briket terhadap benturan semakin besar sehingga banyak partikel yang hilang. Semakin tinggi komposisi perekat maka nilai kalornya semakin rendah dan kadar airnya yang dihasilkan semakin tinggi pula, tetapi berat jenis dan kepadatan energi yang dihasilkan akan semakin rendah. Hasil penelitian sifat fisik, sifat kimia dan daya tahan briket tongkol jagung terhadap pengaruh campuran batubara adalah sebagai berikut: perubahan ukuran briket untuk diameter berkisar antara 0,15 – 0,55mm, perubahan ketinggiannya berkisar 2,22 – 3,42 mm partikel yang hilang dalam pengujian *shatterindex* berkisar antara 3,80 – 47,77%, pengujian *durability* berkisar 0 – 48,18%, nilai kalor 5.009,11 – 5.601,55 kalori/gram, kadar air 6,9 – 11.1% , *densitas* 0,53 – 0,63% kadar abu 17,52 – 22,77%, *fixed carbon* 29,9 – 34,74%, *Volatile Matter* 38,42 – 41,49%.

Ahmad (2009) dalam penelitiannya bertujuan untuk mengetahui kualitas optimum dari sifat fisik briket kayu kalimantan jenis merbau dan sifat kinetika reaksi pembakaran dari briket yang optimum tersebut. Sifat fisik yang menjadi parameter optimum adalah densitas awal dan densitas terelaksasi (*initial and relaxed density*), relaksasi densitas, ketahanan (*durability*), kuat tekan aksial (*axial compressive strenght*), dan ketahanan terhadap air (*water resistance*). Sedangkan dari sifat kinetika reaksi pembakaran adalah mencari energi aktivasi (E) dan faktor pre-eksponensial (A). Variasi penelitian adalah tekanan pembriketan 200 kg/cm², 400 kg/cm², 600 kg/cm², 800 kg/cm², dan 1000 kg/cm², dan menggunakan pengikat tetes tebu (*mollases*) dan tanpa menggunakan pengikat. Pengujian kinetika pembakaran dilakukan pada temperatur ruang reaktor 400°C. Hasil pengujian menunjukkan sifat fisik briket biomasa yang optimum pada tekanan 800 kg/cm² untuk tanpa menggunakan pengikat dan tekanan 600 kg/cm² untuk dengan menggunakan pengikat. Nilai sifat *durability* briket biomasa tanpa pengikat tidak baik, sedangkan penggunaan pengikat menurunkan sifat kuat tekan briket biomasa dengan kadar air 15%

w.b. Sifat ketahanan terhadap air briket biomassa pada pengujian ini juga kurang baik. Pada kecepatan udara masuk 2 m/s dan 0,05 m/s energi aktivasi briket tekanan 800 kg/cm² tanpa pengikat adalah 20,52 kJ/mol dan 31,16 kJ/mol, sedang pada briket tekanan 600 kg/cm² dengan pengikat adalah 14,78 kJ/mol dan 18,06 kJ/mol.

Sudiro (2014) Metode penelitian dilakukan dengan uji eksperimen dan simulasi komputer. Parameter uji eksperimen adalah karakteristik briket yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar *volatile matter*, kadar karbon terikat, densitas, nilai kalor dan laju pembakaran dengan variasi komposisi bahan baku dan ukuran partikel. Parameter uji simulasi adalah suhu pada waktu pembakaran menggunakan simulasi komputer dengan *software Fluent 3.6.2* dengan cara memasukkan data hasil eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendaman arang dari proses pirolisis batubara dan jerami padi diperoleh sebesar 68,54% dan 24,61%; sedangkan nilai kalornya sebesar 6150.740 kal/g dan 4751.184 kal/g. Dari hasil uji eksperimen titik optimum pada briket komposisi campuran 50% batubara dan 50% jerami padi pada 35 mesh, parameter pengujian sesuai dengan SNI 01-6235-2000 yaitu kadar air sebesar 5,176%, kadar abu sebesar 26,231%, kadar *volatile matter* sebesar 12,484%, nilai kalor sebesar 5037.127 kal/g, kadar karbon terikat sebesar 56.105%, densitas sebesar 0.743 g/cm³ dan untuk laju pembakaran sebesar 4,14 g/menit pada menit ke-8, Hasil simulasi komputer untuk suhu pada waktu pembakaran maka komposisi 50% batubara dan 50% jerami padi pada 35 mesh sebesar 743K atau 469°C.

2.2 Biomassa

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang mengacu pada bahan biologis yang berasal dari organisme yang belum lama mati, salah satu berasal dari limbah pertanian. Sumber bahan bakar tersebut merupakan limbah yang dapat didaur ulang sehingga dapat menjamin produksi yang berkelanjutan. Pemanfaatan biomassa di Indonesia masih terlalu rendah yaitu hanya 0,604% seperti pada table 2.1 sehingga perlu keseriusan pengembangan biomassa sebagai bahan bakar alternatif.

Table 2.1 Potensi energi terbarukan di Indonesia

Sumber	Potensi (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)	Pemanfaatan (%)
Large Hydro	75.000	4.200	5.600
Biomassa	50.000	302	0.604
Geothermal	20.000	812	4.060
Mini/Mikro Hydro	459	54	11.764
Energi Cahaya (Solar)	156.487	5	$3,19 \times 10^{-3}$
Energi Angin	9.286	0.50	$5,34 \times 10^{-3}$
Total	311.232	5.373,5	22,03

Sumber : Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi; ZREU, 2001

2.3 Briket

Briket merupakan salah satu metode penggumpalan material dengan cara *compaction*. Pada dasarnya prinsip pembuatan briket adalah dengan memberikan tekanan pada piston untuk memampatkan material dalam cetakan untuk membuat briket (Panote Wilaipon, 2003). Definisi briket arang kayu adalah arang kayu yang diubah dan dibentuk ukuran kerapatannya dengan cara mengepres campuran serbuk kayu arang dan bahan baku perekat (Hartoyo, 1983). Dalam pembuatan briket harus menentukan besar tekanan, jenis dan jumlah binder, kadar air dan temperature (Ozbazoglu dan Tabari 2003).

Briket dapat mempengaruhi kualitas bahan bakar yang meliputi sifat fisik dan kimia. Misalnya yang menyangkut karakteristik adalah kepadatan, ukuran briket, kuat mampat dan kandungan air. Selain itu juga besar panas dan nilai kalornya (Panote Wilaipon, 2003). Pada kondisi yang sama briket 40% efisiensi bila dibandingkan dengan kayu bakar yaitu pembakaran lebih lama dan temperatur lebih tinggi (Richard Stanley, 2003).

Kelebihan dari pemakaian briket antara lain:

1. Briket sangat baik sebagai pengganti kayu.
2. Pembakaran dengan panas yang tetap dan tahan lama.
3. Memiliki nyala api yang kecil dan asap rendah.
4. Sangat cocok untuk memasak yang membutuhkan waktu yang lama.

Untuk mengetahui kualitas briket perlu dilakukan pengujian. Pengujian tersebut antara lain:

1. Pengujian sifat fisik
 - a. Nilai kalor
 - b. Densitas
 - c. Moisture content
 - d. Porositas

2. Pengujian sifat kimia
 - a. Kadar abu
 - b. Kadar karbon
 - c. Zat yang mudah menguap
3. Pengujian sifat mekanik
 - a. *Stability*
 - b. *Drop test*

2.3.1 Pengolahan Bahan Baku

Kualitas briket sangat tergantung pada bahan baku. Sehingga perlu pengolahan bahan baku yang tepat. Hal ini perlu diperhatikan dalam pengolahan bahan baku adalah kadar air bahan baku. Semakin tinggi kadar air dalam bahan baku maka nilai kalor bahan baku tersebut semakin rendah dan akan membutuhkan waktu yang lebih lama pada proses pengeringan dan pengarangan. Seperti halnya kayu dengan tingkat kebasahan 0 – 20% memiliki nilai kalor sangat kompetitif dengan batu bara kelas ligite (Masri W Z, 2003). Lebih jelasnya dapat dilihat pada table 2.2.

Table 2.2 Nilai kalor kayu berdasarkan moisture

Moisture (%)	Nilai kalor (kal/gr)
0	4,803
20	3,843
50	2,399
80	962

Sumber : Masri W Z, 2003

Kadar air bahan baku sebelum dilakukan proses pembuatan briket maupun pengarangan tidak lebih dari 15% dan ukuran parikel material maksimal sebesar 15mm (Young. P dan Khenas. S.2003). Untuk mendapatkan kadar air yang ideal bahan baku dikeringkan dengan dijemur pada panas matahari kurang lebih 3 – 4 hari setelah dilakukan pengarangan. Bahan baku yang sudah digiling kemudian dicampur dengan pengikat dan kemudian dipress. Untuk meningkatkan nilai kalor briket yang dihasilkan dilakukan perlakuan panas misalnya pengarangan (karbonisasi).

2.3.2 Karbonisasi

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85 – 95% karbon, dihasilkan dari bahan – bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu

tinggi. Arang ringan, mudah hancur, dan meyerupai batu bara ini terdiri dari 85% sampai 98% karbon, sisanya adalah abu atau benda kimia lainnya.

Karbonisasi merupakan suatu proses pemanasan tumbuh – tumbuhan (biomassa) pada suhu tertentu dengan penyediaan udara (oksigen) secara terbatas. Pada awal pemanasan (dibawah 170°C) terjadi pengeringan yaitu penguapan air yang terkandung pada biomassa, di atas suhu tersebut mulai terjadi karbonisasi.

Salah satu contoh karbonisasi adalah proses pembuatan arang kayu. Dalam pembuatan arang kayu, pada temperatur di bawah 100°C terjadi proses pelepasan air murni dan pada temperature di atasnya terjadi karbonisasi. Bahan yang diperlukan dalam pembuatan arang kayu dan bahan baku yang dipakai. Jumlah bahan ini harus mencukupi untuk menurunkan kadar lembab kayu dan meningkatkan suhu sampai mencapai tingkat karbonisasi sendiri.

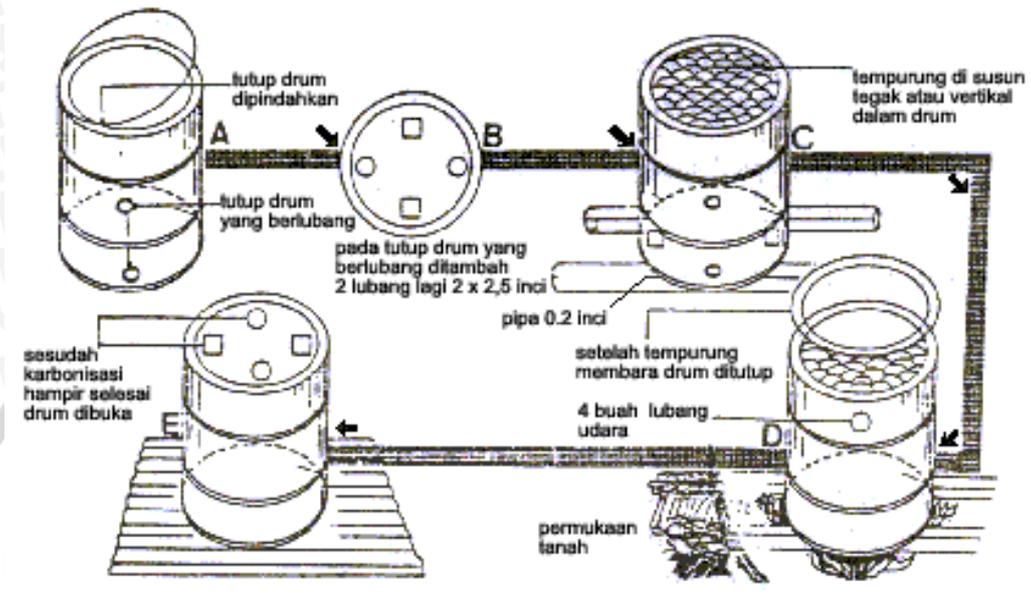
Secara tradisional, pembuatan arang kayu dilakukan dengan membuat sebuah lubang besar di dalam tanah. Lubang itu diisi dengan kayu yang kemudian dibakar. Agar tidak terjadi pembakaran sempurna, lubang itu ditutup dengan memberi sedikit lubang kecil untuk memasukan udara secara terbatas dan memungkinkan asap keluar.

Beberapa metode pengarangan diantaranya:

- Lubang di dalam tanah. Ditanah yang air tanah yang tidak dangkal dapat digali sebagai ruang pengarangan. Jika tanah berstruktur kuat, dinding dan lantai lubang tidak perlu diperkuat dengan semen dan batu bata. Jika stuktur tanah tidak kuat misalnya mudah longsor karena banyak pasir, maka dinding dan lantai perlu diperkuat dengan semen dan batu bata. Lubang ini dapat dibuat dalam berbagai bentuk.
- Dapur pengarangan adalah ruangan yang bentuknya sama dengan lubang pengarangan. Dapur pengarangan dibuat di atas permukaan jika tidak memungkinkan menggali lubang karena air tanah terlalu dangkal.
- Klin merupakan alat khusus untuk pirolisis. Klin sederhana terbuat dari drum bekas. Pirolisis berlangsung di dalam drum dengan membatasi pasokan udara terhadap bahan yang sedang dibakar. Pasokan udara diberi lubang udara pada badan drum. Pada awal metode klin, energi panas diperoleh dari dalam sistem dan dari luar sistem. Energi panas dari dalam sistem diperoleh dari pembakaran sebagian atas seluruh bahan baku. Pada awal pembakaran, lubang udara ditutup segera setelah seluruh bahan terbakar, lubang udara ditutup untuk mengurangi pasokan oksigen. Energi panas dari luar sistem diperoleh dari pemberian panas pada dinding klin, energi panas merambat melalui dinding klin sehingga tidak langsung mengenai material.

- Alat pengarangan khusus

Alat pengarangan yang biasanya digunakan Metode *Retort*. Dalam metode ini energi panas tidak langsung terjadi dalam sistem (tidak langsung berhubungan dengan bahan baku). Energi diberikan dari luar sistem. Bahan baku ditempatkan pada ruangan khusus.



Gambar 2.1 Skema pembuatan arang biomassa dengan menggunakan metode klin. Sumber: Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia 1998/1999.

Havley L.F (1957) mengatakan bahwa semakin tinggi suhu pengarangan akan semakin banyak zat – zat yang menguap sehingga kadar karbonnya tinggi dan sifat arangnya menjadi baik tetapi jumlah arangnya menjadi berkurang.

Menurut samidi (2000), proses pengarangan atau karbonisasi terdiri dari 4 tahap penting yaitu:

1. Pada suhu $100 - 120^{\circ}\text{C}$ terjadi penguapan air dan sampai suhu 270°C mulai terjadi peruraian selulosa.
2. Pada suhu $270 - 310^{\circ}\text{C}$ terjadi reaksi eksotermik dimana terjadi peruraian selulosa secara intensif menjadi larutan pirolignat, gas kayu dan sedikit ter.
3. Pada suhu $310 - 500^{\circ}\text{C}$ terjadi peruraian lignin, dihasilkan lebih banyak ter sedangkan larutan pirolignat menurun.
4. Pada suhu $500 - 1000^{\circ}\text{C}$ merupakan tahap pengarangan / karbonisasi atau peningkatan kadar karbon.

2.3.3 Pengikat briket

Pengikat pada briket berfungsi untuk mengikat bahan baku dan kemudian dipres ke dalam bentuk briket. Pembriketan pada tekanan rendah membutuhkan bahan pengikat untuk membantu pembentukan ikatan diantara partikel biomassa. Pembuatan briket dengan metode cetak panas mampu untuk meniadakan bahan perekat berbasis air sehingga proses pembuatan briket lebih cepat, briket dapat langsung digunakan tanpa proses pengeringan dan mampu mempertahankan nilai kalor bahan baku (Saputro dkk, 2012:A-399). Secara umum pengikat dibagi menjadi 2 golongan yaitu:

1. Pengikat organik

Pengikat organik yaitu bahan perekat yang berasal dari pengolahan tumbuhan atau minyak bumi, misalnya:

- *Molasses* / tetes tebu
- *Bitumen*
- *Resin*
- Tepung tapioka
- *Coal tar*

2. Pengikat non organik

Pengikat non organik yaitu bahan perekat yang berasal dari mineral bumi, misalnya:

- *Clay* / tanah liat
- *Lime* / batu kapur
- *Bentonite*
- *Cement*

Menurut Ozbazoglu dan Tabari (2003) dalam jurnalnya "*Briquetting of Iran-Anggouran Smithsonite Fines*" mengatakan bahwa briket mempunyai kekuatan tekan yang lebih tinggi dengan menggunakan *dextrin* dan *molasses* (tetes tebu) sebagai pengikat. Lebih lengkapnya seperti table 2.3 berikut ini:

Table 2.3 Pengaruh jenis perekat pada briket

Pengikat (%)	Crushing load (kg/briket)
Molasses	434
Dextrin	561
Starch	209
Bentonite	143
Lime	141
Black cement	245
Na ₂ SiO ₃	193
NaCl	218
Na ₂ SiO ₃	140
Polyvinyl acetate	297
Peridur XC3	266

Kondisi briket : pengikat 5%, Moisture 6%, Tekanan : 200 kg/cm².

Temperatur pengeringan : 105⁰C, Ukuran partikel : original sampel

Sumber : Ozbazoglu dan Tabari, 2003

2.3.3.1 Ikatan dalam Pembriketan

Mekanisme pembriketan menyangkut hubungan ikatan antar partikel – partikel dari bahan yang dipadatkan dan pengaruh variabel proses terhadap ikatan tersebut. Dalam hal ini partikel – partikel bubuk arang, bahan perekat dan variabel proses seperti temperatur, tekanan, ukuran partikel dan lain – lain.

Kandungan oksigen dalam material bubuk arang tempurung kelapa ini ada dalam bentuk senyawa organik yang berupa gugus – gugus karbositat atau hidroksil. Peranan gugus – gugus ini penting dalam ikatan antara bubuk arang tempurung kelapa dan bahan perekat.

Arang tempurung kelapa terdiri dari selulosa, lignin, hemiselulosa. Selulosa adalah polimer dari glukosa, dalam bahan – bahan ini terdapat gugus fungsional beroksigen. Selulosa membentuk suatu angka dan hemiselulosa sebagai matrik.

Ikatan yang terjadi antara partikel arang tempurung kelapa dengan partikel perekat tidak lepas dengan adanya gugus – gugus fungsional beroksigen. Ikatan tersebut mungkin jenis ikatan kovalen antara gugus – gugus fungsional tersebut dan dibantu dengan adanya gugus H₂O yang berfungsi sebagai katalisator.

Ikatan lain yang bekerja dalam briket arang tempurung kelapa antara lain ikatan Van Der Walls yang merupakan ikatan antara molekul yang lemah. Gaya ikatan ini

diperbesar dengan lebih merapatkan partikel – partikel yang di briket dengan cara penekanan dan penghalusan ukuran butir.

Dengan tekanan yang lebih tinggi kecepatan berorientasi partikel – partikel akan lebih cepat sehingga diperoleh volume yang kecil. Penyebaran ukuran partikel sangat berpengaruh untuk mencapai volume yang sekecil – kecilnya yang berarti kerapatan yang sebesar – besarnya. Hal ini sangat dicapai dengan pengisian rongga – rongga yang terdapat diantara partikel – partikel yang masih kosong.

2.3.4 Tekanan Pembriketan

Menurut Abdullah dkk (1991) besarnya tekanan pembriketan akan berpengaruh terhadap densitas dan porositas yang dimiliki briket sehingga akan berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran briket itu sendiri. Semakin besar tekanan pembriketan maka semakin sulit briket untuk menyala, ini disebabkan oleh rongga antar butir – butir arang tempurung kelapa semakin rapat. Sehingga dibutuhkan tekanan pembriketan yang tepat agar diperoleh briket yang bermutu baik. Ditiap – tiap nega mempunyai standart kekuatan tekan, contoh seperti Indonesia standart kekuatan tekan adalah 46 kgf/cm^2 .

2.4 Kualitas Briket

Kualitas briket ditentukan oleh kekuatan tekan, index abrasi dan ketahanan terhadap perubahan suhu (Ozbazoglu dan Tabari, 2003). Pada umumnya kualitas briket yang diharapkan oleh konsumen adalah tingkat penguapan rendah, kadar abu rendah, waktu pembakaran lama, mudah menyala dan nilai kalor yang tinggi (Radtke, 2005). Briket bermutu baik sebagai bahan bakar memiliki sifat sebagai berikut.

- Mempunyai kekuatan tekan lebih dari 6 kgf/cm^2 sehingga tidak mudah pecah saat dipindah atau diangkat (Soedjoko dan Wardoyo, 1987).
- Tidak mengotori tangan, tidak terlalu cepat terbakar, dapat menyala terus tanpa dikipas dan tidak memercik (Wardi, 1969).
- Tidak berasap dan tidak berbau. Dimana asap ini dapat dikurangi dengan melakukan karbonisasi atau menggunakan pengikat yang tidak berasap dan mampu menyerap bau (Soedjoko dan Wardoyo, 1987).
- Mempunyai temperature pembakaran tetap (350°C) dalam waktu yang lama 8 – 10 jam. Lama pembakaran dalam temperatur tetap (350°C) dapat diusahakan dengan

mengatur pasokan udara dalam batas tertentu akan memperlama waktu pembakaran tanpa menurunkan temperatur (Sukandarrumidi, 1995).

Pada tabel 2.4 Dapat dilihat kualitas briket arang yaitu meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kerapatan, kekuatan tekan dan nilai kalor (Kirana, 1995)

Tabel 2.4 Sifat fisik dan kimia briket arang komersial

Sifat – sifat briket arang	Standart			
	Jepang	Inggris	USA	Indonesia
Kadar Air (%)	6 – 8	3 – 4	6	7.57
Zat Mudah Menguap (%)	15 – 30	16	19	16.14
Kadar Abu (%)	3 – 6	8 – 10	18	5.51
Kadar Karbon Terikat	60 – 80	75	58	78.35
Nilai Kalor	6000 – 7000	7300	6200	6814.11
Kerapatan (g/cm ³)	1 – 2	0.84	1	0.4407
Kekuatan Tekan (kgf/cm ²)	60	12.7	62	46

Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 1994

2.4.1 Kekuatan Tekan

Briket mempunyai kekuatan tekan tertentu sehingga tidak mudah rusak / pecah selama pemindahan dan penyimpanan. Menurut Soedjoko dan Wardoyo (1987) briket harus memiliki kekuatan tekan lebih dari 6 kgf/cm² sehingga briket tidak mudah pecah saat dipindah atau diangkat. Ukuran partikel yang lebih kecil dapat memperluas bidang ikatan antar serbuk arang tempurung sehingga dapat meningkatkan kekuatan tekan. Dalam spesifikasi briket arang komersial juga disebutkan kekuatan tekan sebagai salah satu kualitas briket. Secara matematis ASTM C39 merumuskan sesuai dengan sebagai berikut :

$$\sigma_c = \frac{P_c}{A} \quad (2-1)$$

Keterangan : σ_c = besarnya tegangan (N/cm²)

P_c = besarnya gaya yang bekerja (N)

A = luas penampang (cm²)

2.4.2 Moisture content

Kandungan air yang tinggi menyulitkan penyalaan dan mengurangi temperatur pembakaran. *Moisture* dalam bahan bakar padat terdapat dalam dua bentuk, yaitu sebagai air bebas (*free water*) yang mengisi rongga pori – pori di dalam bahan bakar dan sebagai air terikat (*bound water*) yang terserap di permukaan ruang dalam struktur bahan bakar (Syamsiro dan Saptoadi, 2007).

Soeparno (1993) menyatakan bahwa kadar air sangat menentukan kualitas arang yang dihasilkan. Arang dengan kadar air rendah akan memiliki nilai kalor tinggi. Makin tinggi kadar air maka akan makin banyak kalor yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air dari dalam kayu agar menjadi uap sehingga energi yang tersisa dalam arang akan menjadi lebih kecil.

Kandungan kadar air (*moisture content*) di dalam briket menggunakan standart ASTM D-3173-03 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Moisture content, \%} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (2-2)$$

Keterangan: a = Massa awal specimen (gram)

b = Massa specimen setelah dikeringkan (gram)

2.4.3 Porositas

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume pori (volume yang ditempati oleh fluida udara) terhadap volume total. Porositas adalah ukuran dari ruang kosong diantara material dan merupakan fraksi dari volume ruang kosong terhadap total volume yang bernilai antara 0 dan 1 atau sebagai presentase 0 – 100%. Porositas tergantung dari jenis bahan, ukuran bahan, distribusi pori dan komposisinya.

Beberapa metode dapat digunakan untuk mengukur porositas, yaitu:

- Metode penghitungan langsung dengan mengukur volume bahan lalu mengukur volume komponen perbagian.
- Metode optic dengan menggunakan mikroskop.
- Metode tomografi computer dengan pemindaian CT untuk membuat pencitraan tiga dimensi dari geometri eksternal dan internal, termasuk ruang kosong di dalamnya.
- Imbibisi yaitu menenggelamkan bahan berpori ke dalam fluida yang di dalam ruang vakum. Fluida yang dipilih adalah fluida yang mampu membasahi bahan secara mendalam dan tidak bereaksi dengan bahan.
- Metode penguapan air.
- Intrusi raksa.
- Metode ekspansi gas.

Pengujian porositas menggunakan metode langsung. *Porosity* sendiri dibagi menjadi 2 yakni *True Density* (ρ_{th}) dan *Apparent Density* (ρ_s). *True density* adalah massa jenis spesimen secara teoritis.

Berikut ini rumus dari *True Density*:

$$\rho_{th} = \{(\%_c \cdot M_c) + (\%_p \cdot M_p)\} / 100 \quad (2-3)$$

Keterangan :

P_{th} : true density

c : carbon / bubuk arang tempurung kelapa

p : bahan perekat

% : presentase bahan

M : massa bahan

Apparent density adalah massa jenis spesimen aktual. Berikut ini rumus dari *Apparent Density*:

$$\rho_s = \frac{M}{V} \quad (2-4)$$

Keterangan:

P_s : apparent density (gr/cm³)

M : massa (gr)

V : volume (cm³)

Perhitungan persentase porositas yang terjadi dapat diketahui dengan membandingkan densitas sampel atau *Apparent Density* dengan *True Density* yaitu

$$\% P = \frac{\rho_{th} - \rho_s}{\rho_{th}} 100\% \quad (3-5)$$

Keterangan :

%P : presentasi porositas

P_{th} : true density

P_s : apparent density

2.5 Klasifikasi Proses Pengepressan

Dalam proses produksi digunakan bermacam – macam proses pengepressan sehingga dalam memilih proses pengepressan yang tepat harus mempertimbangkan beberapa hal, antara lain: kapasitas yang diperlukan, jenis daya penggerak (manual, mekanik atau hidrolik), jumlah penggerak, tipe mekanisme penggerak, panjang langkah penggerak dan tipe rangka atau konstruksi (Degarmo, 1997, hal 546)

Dapat kita ketahui berbagai jenis mekanisme dari mesin press utama. Pada umumnya dengan menggunakan mekanisme mekanik didapatkan pergerakan yang cepat dan mudah dalam mengontrol perpindahan / pergeseran, akan tetapi mekanisme mekanik mempunyai fleksibilitas karena mempunyai panjang langkah yang telah ditentukan.

Mekanisme press jenis ini sangat cocok untuk proses yang membutuhkan tekanan maksimum dibagian dasarnya atau yang bekerja pada objek yang dipress, misalnya pemotong (cutting), drawing. Kapasitas beban maksimal berada sampai kisaran 6000 ton (Degarmo, 1997, hal 546).

Tabel 2.5 Klasifikasi dari berbagai mekanisme penggerak press komersial.

Manual	Mechanic	Hydraulic
Kick press	Crank	Single – slide
	Single	Multiple – slide
	Double	
	Eccentric	
	Cam	
	Knuckle joint	
	Toggle	
	Screw	
	Rack and pinion	

Sumber : Degarmo, 1997, hal 546

Berbeda dengan mesin press yang menggunakan mekanisme hidrolis dimana gerak diperoleh dari gerakan piston dan panjangnya langkah kerja dapat dilakukan sampai batas silinder hidroliknya. Pada jenis ini gaya penekanan lebih mudah dikontrol dan tidak tergantung pada posisi meluncur pistonnya. Kecepatan dapat dibuat dengan bervariasi atau tetap tergantung kebutuhan, ketika gaya dari piston telah bekerja pada benda kerja maka gaya penekanan yang diperoleh benda kerja akan lebih besar daripada yang diterima oleh mesin press dengan mekanisme mekanik karena gaya penekanan mesin press hidrolis bekerja secara terus menerus untuk membentuk benda kerja sedangkan mesin press dengan mekanisme mekanik hanya sekali dalam langkahnya. Mesin press hidrolis bias mencapai kapasitas 50.000 ton (Degarmo, 1997, hal 546). Mesin seperti ini sangat cocok untuk operasi yang membutuhkan tekanan konstan seperti *deep drawing*, *coining*, *hubbing*.

Mesin press manual biasanya digunakan untuk proses produksi yang kecil, ringan dan kapasitas kecil. Mesin manual yang banyak digunakan adalah *crank – driven presses* atau mesin press yang menggunakan batang hubungan untuk menggerakkan piston guna memberikan gaya penekanan pada benda kerja, mesin jenis ini sangat cocok untuk proses pelubangan dan pemotongan.

Eccentric drives merupakan suatu alat press yang digerakkan oleh putaran roda untuk mendapatkan arah naik turun yang nantinya digunakan untuk menggerakkan piston, jenis ini dibutuhkan untuk mendapatkan gaya tekan yang pendek dan cepat. Biasanya mesin ini digunakan untuk membuat lubang pada proses *deep drawing*.

Knuckle joint drives adalah jenis lain dari mesin press manual dimana mempunyai keuntungan mekanik yang sangat besar dengan gerak naik turun yang cepat. Jenis lainnya banyak digunakan adalah *screw mechanisme*. Mekanisme ini menggunakan ulir untuk mendapatkan gaya pengepressan, selain mudah dalam pengoperasionalnya didapat hasil yang cepat dan praktis, akan tetapi daya penekanan yang di peroleh dari mekanisme ini paling kecil.

2.6 Hipotesis

Bahan perekat sebagai pengikat briket akan berpengaruh terhadap daya rekat serbuk arang. Semakin besar jumlah bahan perekat akan meningkatkan ikatan antar serbuk arang sehingga kekuatan tekan, moisture content briket arang tempurung kelapa akan meningkat dan porositas menurun.

