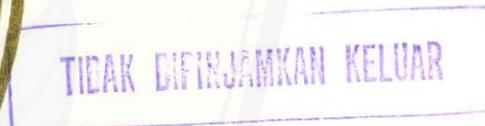


PENYEMPURNAAN MUTU BRIKET ARANG KAYU
DENGAN BAHAN TAMBAHAN

KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk
menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Oleh :

BAYU CAHYA SANTOSO
NIM. 9515102007

Asal	: Hadiah	Klass 662.7 SAN p 1 exp
Terima Tgl:	: 9 DEC 1999	
No. Induk :	: PPI'99 - g - 253	

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
DESEMBER 1999

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. SETIYO HARRI, MS (DPU)

Ir. SURYANTO, MP (DPA)

Diterima oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (skripsi)

Dipertahankan pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 1 Desember 1999

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim penguji :

Ketua,



Ir. Setiyo Harri, MS

NIP. 131 288 235

Anggota I,



Ir. Suryanto, MP

NIP. 131 475 984

Anggota II,

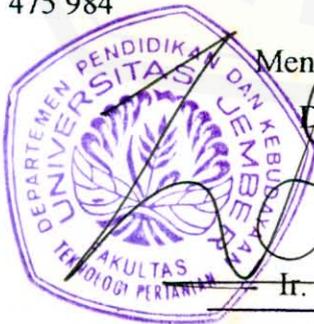


Siswoyo Soekarno, STp. M.Eng

NIP. 132 090 696

Mengesahkan

Dekan,



Ir. Wagito

NIP. 130 516 238

MOTTO

“Dan barang siapa yang bersyukur (kepada Allah), maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri, dan barangsiapa yang tidak bersyukur, maka sesungguhnya Allah Maha Kaya lagi Maha Terpuji” (Q.S.;31: 12)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan menurut kesanggupannya,” (Q.S.; 23 : 62)

“Sesungguhnya Allah tidak akan merobah nasib suatu kaum sehingga mereka merobah apa-apa yang ada pada diri mereka sendiri” (Q.S.;17:60)

“Siapa yang menuntut ilmu dengan maksud untuk bersaing dengan para ulama atau untuk mujadalah dengan orang jahil atau untuk mengambil perhatian orang kepadanya, ia akan masuk neraka” (Hadist Muslim dan Bukhari)

“Kelebihan orang yang berilmu atas orang yang ibadah seperti lebihanku atas orang yang terendah dari umatku” (Riwayat Tunadzi dari Abi Umamah)

KATA PENGANTAR

Maha Besar Allah, yang menguasai alam semesta dan mengetahui kegaiban-kegaibannya. Segala Puji syukur sedalam-dalamnya saya haturkan kehadiran-Mu yang telah memberikan petunjuk dan kekuatan pada diri saya, ketekunan dan kesabaran yang luar biasa hingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini.

Saya telah mencoba untuk membuat suatu citra di dalam skripsi ini, bak seorang manusia yang ingin mencoba untuk melakukan sesuatu, agar dalam hidup ini terasa lebih berarti dan bermakna. Tetapi saya sadar akan keterbatasan dan kemampuan yang saya miliki dan bahwa

Kesempurnaan milik Allah

Yang paripurna adalah milik Allah.

Oleh karena itu jika di kemudian hari ada sesuatu kekurangsempurnaan dalam tulisan ini baik isi maupun susunannya, hendaknya digunakan sebagai referensi untuk membuat lebih sempurna dan makin sempurna.

Untuk menyusun skripsi ini semula terasa berat dan sangat sulit. Tetapi sebagaimana firman Allah SWT.

Sesungguhnya sesudah kesulitan, akan hadir di

hadapanmu kemudahan (ada kebahagiaan)

(Q.S. ; 94:6)

Dari sini kemudian saya yakin akan mampu menyelesaikan skripsi ini. Dorongan dan nasehat serta bimbingan bapak-bapak dosen, ayah, ibu, kakak-kakakku dan adikku Novita, juga sahabat-sahabatku yang sangat membantu dalam terwujudnya tulisan ini.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya, Kepada Yang Saya Hormati.

1. Bapak Ir. Wagito, selaku dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Setiyo Harri, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas penelitian ini, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan yang bermanfaat hingga terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.
3. Bapak Ir. Suryanto, MP., selaku Ketua Komisi Bimbingan yang telah mempertimbangkan dan menyetujui judul penelitian, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan motivasi dan bimbingan baik moril maupun teknis penulisan hingga terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Bapak Siswoyo Soekarno, STp. M.Eng., yang telah berkenan sebagai sekretaris dalam menguji Karya Ilmiah Tertulis ini, sekaligus yang telah memberikan bimbingan, arahan dan teknis penulisan.
5. Segenap staf dosen, karyawan dan teknisi Jurusan Teknik Pertanian yang telah banyak memberikan dorongan moril dalam penelitian.
6. Ayah dan ibunda tercintai yang telah memberikan dorongan dan nasehat serta perhatiannya.
7. Papa dan Mama (Sunarto) yang memeberikan dorongan, nasehat dan perhatiannya.
8. Adikku tercinta Novita Kumalasari yang memberikan dorongan, nasehat dan yang selalu mendampingi dalam menyusun skripsi ini.
9. Kakakku Arif Wakyudi, Reni anggraeni, Esti wahyuni dan adikku Leonard budiyanto, Candra lesmana serta saudara-saudaraku Dian, Lala, dan sofi.

10. Rekan-rekanku di TP (Sani, Jabil, Syakur, Deni, Cipto, Diah, Catur, Widodo) dan rekan-rekanku bermain (Mamik, Mbak narti, Hana) yang telah banyak memberikan dukungan moril dan tenaga hingga terselesaikannya penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
11. Semua pihak yang telah membantu demi terselesaikannya penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.

Akhirnya semoga tulisan ini bermanfaat bagi saya khususnya yang banyak memperoleh penjelasan dan tambahan ilmu selama penyusunan dan pembaca yang membutuhkan

Jember, 1 Desember 1999

Penulis

DAFTAR ISI

Bab	Judul	Halaman
	JUDUL	i
	DOSEN PEMBIMBING	ii
	LEMBAR PENGESAHAN	iii
	MOTTO	iv
	KATA PENGANTAR	v
	DAFTAR ISI	viii
	DAFTAR TABEL	xi
	DAFTAR GAMBAR	xii
	DAFTAR LAMPIRAN	xiii
	ABSTRAKSI	xiv
	ABSTRACT	xv
I.	PENDAHULUAN	
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Permasalahan	2
	1.3 Tujuan Penelitian	3
	1.4 Kegunaan Penelitian	3
II.	TINJAUAN PUSTAKA	
	2.1 Kayu Sebagai Bahan Baku Arang	4
	2.2 Pembuatan Arang Kayu (Pengarangan)	5
	2.3 Komposisi Kimia Kayu dan Arang Kayu	6
	2.4 Sifat Kimia dan Fisik Arang Kayu	7
	2.4.1 Sifat kimia arang kayu	8
	2.4.2 Sifat fisik arang kayu	8
	2.5 Kualitas Arang Kayu	9

2.6	Kegunaan Arang Kayu	10
2.7	Sifat Fisik Jenis-Jenis Tanah	10
2.8	Batubara	11
2.9	Briket Bioarang	12
2.10	Pengempaan (<i>densifikasi</i>)	13
2.10.1	Kondisi bahan	13
2.10.2	Perekat	14
2.10.3	Tekanan pengempaan	14
2.10.4	Alat atau mesin pengempa	15
2.10.5	Karbonisasi	16
2.10.6	Mutu briket	16
2.11	Teori Pembakaran Bahan Bakar Padat	16
III.	BAHAN DAN METODE PENELITIAN	
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2	Bahan dan Alat Penelitian	20
3.2.1	Bahan	20
3.2.2	Alat	20
3.3	Prosedur Penelitian	21
3.3.1	Pembuatan briket arang	21
3.3.2	Pengamatan	23
3.3.3	Pengujian	26
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Perbaikan Cetakan Briket Arang	27
4.2	Formulasi	27
4.2.1	Bahan baku	27
4.2.2	Komposisi bahan (formulasi)	28
4.3	Proses Pembuatan Briket Arang	29

4.3.1 Penggilingan	30
4.3.2 Pengayakan	30
4.3.3 Pembuatan perekat	31
4.3.4 Pencampuran	31
4.3.5 Pencetakan	32
4.3.6 Pengeringan	32
4.3.7 Pengujian	32
4.4 Beberapa Sifat Briket Arang	32
4.4.1 Kadar Air (<i>moisture content</i>)	32
4.4.2 Kerapatan (<i>bulk density</i>)	34
4.4.3 Kekerasan (<i>hardness</i>)	35
4.4.4 Koefisien Rehidrasi	37
4.5 Penerapan Penggunaan Briket Arang	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR LABEL

Tabel	Judul	Halaman
2.1.	Kandungan unsur dan sifat-sifat beberapa bahan bakar padat	18
2.2.	Proses oksidasi unsur-unsur dalam bahan bakar	19
4.1.	Komposisi bahan pembuatan briket arang	29
4.2.	Penurunan kadar air dan lama pengeringan dengan dua alat pengering.	33
4.3.	Penurunan berat briket arang	34
4.4.	Hasil penerapan penggunaan briket arang	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
3.1.	Diagram alir proses pembuatan briket arang	22
3.2.	Diagram alir proses pembuatan perekat	23
4.1.	Proses Pembuatan Briket Arang	30
4.2.	Hubungan Kadar Air Bahan terhadap Nilai Kerapatan Pada pada Tekanan 7 ton/cm ²	35
4.4.	Hubungan Kadar Air dengan Nilai Penetrasi pada Tekanan 7 ton/cm ²	36
4.4.	Hubungan Kadar Air dengan Koefisien Rehidrasi	37
4.5.	Hubungan Kalor dengan Kadar Air Briket Arang	39
4.6.	Hubungan Suhu Bara Briket Arang dengan Waktu Pengujian pada berbagai Kadar Air	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Data kadar air (%) briket arang	47
2.	Data nilai penetrasi (mm/detik)	48
3.	Data kerapatan (gr/cm^3) dan berat jenis briket arang	49
4.	Data koefisien rehidrasi, waktu pemanasan air dan lama briket padam	50
5.	Data pengamatan kalor untuk memanaskan air dan suhu bara bara briket arang	51
6.	Gambar teknis cetakan briket arang	52
7.	Foto dokumentasi	55

BAYU CAHYA SANTOSO (9515102007), Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Judul Penelitian **“PENYEMPURNAAN MUTU BRIKET ARANG KAYU DENGAN BAHAN TAMBAHAN”**, Dosen Pembimbing Utama Ir. Setiyo Harri, MS, Dosen Pembimbing Anggota Ir. Suryanto, MP.

ABSTRAKSI

Briket arang adalah bahan bakar yang dibuat dari bubuk arang. Didalam proses pembuatannya, bubuk arang dicampur bahan baku lain seperti batubara, tanah liat, serbuk gergaji dan perekat kemudian dilakukan pengempaan.

Penelitian ini bertujuan untuk menyempurnakan formulasi yang telah ada sebelumnya dengan menambahkan tanah liat merah dan batubara dalam proses pembuatannya dan mengikat abu sisa pembakaran briket arang agar tidak mengotori kompor juga meningkatkan nilai kalor yang diterima air dan meningkatkan suhu awal briket arang.

Besarnya tekanan pengempaan yang digunakan 7 ton/cm^2 . Penambahan bahan baku tanah liat merah dan batubara berpengaruh terhadap suhu briket arang, dan pengikatan abu sisa pembakaran briket arang, akan tetapi penambahan tanah liat merah tersebut berpengaruh terhadap briket arang sebagai bahan bakar padat seperti, mudah menyerap air pada udara yang lembab. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang formulasi penambahan dan karakteristik tanah liat yang digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan baku tanah liat merah dan batubara, briket arang yang dihasilkan dengan tekanan pengempaan 7 ton/cm^2 dapat menaikkan nilai kalor briket arang dan abu sisa pembakaran dapat terikat oleh tanah liat merah. Tekanan pengempaan 7 ton/cm^2 memiliki sifat, kadar air 23.31%, kerapatan 0.93 gr/cm^3 , kekerasan ditunjukkan oleh nilai penetrasi 1.59 mm/detik, berat jenis (0.99 gr/cm^2), dan koefisien rehidrasi 1.44. Demikian pula memberikan hasil yang baik saat digunakan untuk mendidihkan air, yaitu: waktu yang dibutuhkan 15.25 menit, kalor yang diberikan pada air 379.65 kJ, dan suhu bara yang dihasilkan 309.81°C .

BAYU CAHYA SANTOSO (9515102007), Agriculture Engineering Department, Agriculture Technology Faculty, University of Jember, has done a research the title "**The Quality Completion of Wood Charcoal Briquette with Material Addition**", with examination committee, Ir. Setiyo Harri, MS (Chairman) and Ir. Suryanto, MP (Member).

ABSTRACT

Charcoal briquette is fuel material made from charcoal powder. Commonly, charcoal powder is mixed other raw material such as coal, clay soil, sawdust (wood waste), and binder, then pressed.

The objectives of this research were to complete the before formulation with clay soil and coal addition, to bind the ash residue of charcoal briquette so that the stone avoided from dirty material. As well as to increase the calor value transferred to water and beginning temperature of charcoal briquette.

The pressure of 7 ton/cm^2 was used in this process. The adding of raw material of clay soil and coal of influence. Significantly to the charcoal briquette, as well as the binding of the ash residue due to the burning process. However, the adding of clay soil wash influence to the charcoal briquette as a compact fuel material, as easy to absorb water in the humid condition. Therefore, it is necessary to study the adding formulation and character clay soil that will be used.

Based on the observation results, showed that raw material addition of clay soil and coal would get the charcoal briquette which was resulted with the pressure of 7 ton/cm^2 can increase the calor value of the charcoal briquette and bind the ash residue because of clay soil. The pressure of 7 ton/cm^2 indicated the moisture content of 23.31 %, bulk density of 0.93 gr/cm^3 , the hardness was showed by penetration value of 1.59 mm/second, of 0.99 gr/cm^3 , and the rehydration of 1.44. As well as indicated better process when was used to boil water as shown: time wasting 1.25 minutes, the calor transferred to water of 379.65 kJ and temperature of cinder yielded of $30.81 \text{ }^\circ\text{C}$.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat tinggi potensi pemanfaatannya bagi kesejahteraan manusia, oleh karena itu harus dikelola secara seksama dan terencana, sehingga kontinuitas pemanfaatannya dapat dipertahankan sepanjang masa. Salah satu hasil hutan yang penting adalah kayu. Kayu dapat dipergunakan dalam berbagai macam keperluan diantaranya sebagai bahan bangunan, perabot rumah tangga, dan tidak kalah pentingnya sebagai sumber energi, baik dibakar secara langsung maupun sebagai arang kayu.

Arang kayu merupakan sisa dari proses karbonisasi. Di dalam dunia perdagangan arang dikenal dengan nama “ *charcoal* “. Proses karbonisasi tidak lain adalah proses pemisahan komponen karbon (C) dari kayu akibat perlakuan panas (Hartoyo dan Nurhayati, 1976a). Peristiwa ini terjadi pada pemanasan kayu secara langsung maupun tidak langsung dalam timbunan, *retort*, *kiln* dan tanur tanpa atau dengan udara terbatas.

Enam puluh persen dari kayu yang diambil dari hutan-hutan di dunia dipergunakan sebagai bahan bakar, baik secara langsung maupun dengan mengubahnya terlebih dahulu menjadi arang (Anonim, 1983). Seiring dengan meningkatnya proses industrialisasi di seluruh dunia (L. Widarto dan Suryanta, 1995).

Arang kayu telah lama digunakan sebagai bahan bakar dan reduktor pada peleburan biji besi dalam tanur. Pemakaian arang kayu untuk keperluan industri semakin meluas, karena selain digunakan sebagai pereduksi biji besi, arang kayu ini dapat pula sebagai bahan bakar atau bahan penolong dalam industri makanan, kimia, logam, tekstil dan biaya untuk mendapatkannya lebih murah. Pemanfaatan ini

diperkirakan akan terus berkembang sejalan dengan kemajuan teknologi dan bertambahnya kebutuhan manusia.

Alternatif untuk memaksimalkan pemanfaatan arang kayu adalah dengan memproses lebih lanjut menjadi briket arang. Di Indonesia, briket arang masih merupakan produk baru, tetapi di negara maju sebagian besar telah banyak digunakan oleh penduduknya sebagai bahan bakar pemanas ruangan atau tujuan lain. Pemanfaatan arang kayu untuk pembuatan briket arang di Indonesia dapat mengarah pada penganekaragaman sumber energi non migas.

Briket adalah bahan bakar yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Briket arang adalah bahan bakar yang dibuat dari bubuk arang dicampur dengan bahan tambahan lainnya. Di dalam proses pembuatan, umumnya serbuk dicampur dengan perekat terlebih dahulu sebelum dilakukan pengempaan. *Densifikasi* atau pengempaan dimaksudkan sebagai salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan agar mudah dalam penanganan maupun penggunaannya (Abdullah, 1990).

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dilakukan pembuatan briket arang sebagai bahan bakar alternatif. Umumnya yang diolah dalam proses pembuatan ini adalah bahan yang ukuran partikelnya kecil, berbentuk serbuk maupun bubuk atau bentuk lainnya.

Mengacu dari penelitian Nu'man Abdussyakur tahun 1999 briket arang yang dihasilkan tidak dapat menghasilkan api dan abu sisa pembakarannya menyebar sehingga mengotori udara yang ada di sekitarnya kompor pembakaran. Dari permasalahan diatas penyempurnaan perlu dilakukan, sehingga briket arang yang dihasilkan dengan menambahkan bahan tambahan yaitu tanah liat merah, abu sisa pembakaran dapat terikat dan penambahan batu bara, briket arang dapat menghasilkan api dengan warna kebiruan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk menyempurnakan formulasi dengan menambahkan tanah liat merah dan batu bara dalam proses pembuatan briket arang sekaligus siap digunakan.
2. Untuk mengurangi abu sisa pembakaran yang berterbangan dan meningkatkan nilai kalor yang diterima air dan suhu awal briket arang.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat berguna untuk hal-hal sebagai berikut ini.

1. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai proses pembuatan briket arang dan pemanfaatannya.
2. Digunakan sebagai acuan oleh kalangan peneliti dan ilmiah pada umumnya, untuk diadakan penelitian lebih lanjut yang bersifat lebih menyempurnakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kayu Sebagai Bahan Baku Arang

Memproduksi arang yang berkualitas tinggi diperlukan kayu yang memenuhi syarat-syarat tertentu. Jenis kayu daun lebar yang mempunyai berat jenis, kekerasan dan kepadatan tinggi lebih disukai, karena akan menghasilkan kayu yang berkualitas tinggi, sedang pada kayu daun jarum banyak digunakan tunggak karena kadar resinnya yang tinggi (Hartoyo dan Nurhayati, 1976b).

Persyaratan kayu sebagai bahan baku arang menurut Abidin (1973) adalah sebagai berikut:

- a. dapat tersedia dalam jumlah yang cukup dan kontinyu,
- b. mempunyai berat jenis yang cukup tinggi,
- c. mempunyai kadar lignin yang cukup tinggi,
- d. kadar air rendah (20%),
- e. sortimen kayu cukup besar (diameter 9 – 15 cm, panjang minimum satu meter), berkualitas baik (bebas cacat).

Kayu teras adalah lebih baik dari pada kayu gubal, bagian batang lebih baik dari pada bagian cabang, karena pada bagian batang relatif lebih banyak mengandung kayu teras yang kadar airnya rendah. Selanjutnya dikatakan bahwa kayu pada kondisi kering lebih disukai dari pada kayu basah, karena kayu yang basah akan membutuhkan bahan bakar lebih banyak dan waktu pengolahan yang lebih lama (Hartoyo dan Nurhayati, 1976b).

Menurut (Oey Djoen Seng, 1964), pada kondisi pengarangan yang sama, kayu dengan berat jenis lebih tinggi akan menghasilkan arang kayu yang lebih keras, lebih kuat dan lebih berat dari pada kayu yang berat jenisnya lebih rendah pada setiap satuan volume. Disamping itu pada kondisi pengarangan yang sama, kemampuan

memberi panas kayu kering udara setiap volumenya sebanding dengan berat jenisnya. Semakin berat kayu semakin tinggi pula nilai kalor bakarnya.

Kayu yang digunakan untuk pembuatan arang pada umumnya mempunyai berat jenis kering udara antara $0,6 - 0,7 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air 30% - 40% dan diameter 10 cm - 20 cm. Kayu yang berat jenisnya rendah akan mempunyai rendemen yang lebih rendah daripada kayu yang berat jenisnya tinggi. Sedang kayu yang berat jenisnya tinggi memerlukan waktu pengolahan yang relatif lebih lama daripada kayu yang berat jenisnya rendah. Batas optimum dari keadaan di atas diperoleh pada kayu yang berat jenisnya $0,6 \text{ gr/cm}^3$. Pada industri pengarangan yang besar, kayu yang akan diarangkan terlebih dahulu diproses dengan pengeringan selama dua sampai tiga hari dengan lintasan udara panas pada temperatur 180°C (Kuriyama, 1961).

Menurut (Wardi, 1969), untuk pembuatan arang, perbandingan kadar selulosa dan kadar lignin sangat bervariasi tergantung jenis dan tempat tumbuh kayu, perbandingan kadar ini sangat penting artinya. Kayu yang banyak mengandung lignin pada umumnya akan menghasilkan arang lebih baik dari pada kayu yang sedikit mengandung lignin.

Kayu yang mengandung lebih banyak unsur karbon akan memberikan nilai kalor yang lebih besar pada proses pembakarannya, nilai kalor tersebut diakibatkan terjadinya proses *eksotermis* (Wardi, 1969).

2.2 Pembuatan Arang Kayu (Pengarangan)

Pembuatan arang di Indonesia yang cukup baik dan sederhana adalah cara *Ishikawa*, cara ini pada umumnya dipakai untuk menghasilkan arang yang berkualitas baik dengan tujuan ekspor (Abidin, 1973).

Menurut Hicock dan Olson dalam (Febriyantika, 1998), secara praktis, garis besarnya ada empat cara pembuatan arang kayu yaitu :

1. proses karbonisasi dengan memasukkan udara panas ke dalam kayu,

2. proses karbonisasi dengan sirkulasi gas api terhadap massa kayu,
3. proses karbonisasi dengan pemanasan di luar tempat pembakaran massa kayu,
4. proses karbonisasi dalam tempat tertutup rapat dan kayu dimasukkan secara teratur ke dalam ruang pemanas.

Selanjutnya Kuriyama (1961) mengatakan bahwa hasil karbonisasi dipengaruhi oleh suhu akhir, lama proses pemasakan, ukuran dan jenis kayu, serta kadar air kayu.

Faktor lain yang mempengaruhi proses karbonisasi adalah kecepatan pemanasan dan tekanan udara dalam tanur. Semakin cepat pemanasan semakin sukar pengamatan tahap-tahap karbonisasi dan rendemen arang yang dihasilkan lebih rendah. Semakin tinggi tekanan semakin besar rendemen arang (Bunbury, 1923).

2.3 Komposisi Kimia Kayu dan Arang Kayu

Seperti yang telah diuraikan di atas, bahwa arang kayu merupakan hasil dari proses karbonisasi bahan baku kayu. Peristiwa pembentukan karbon ini terjadi pada pemanasan kayu secara langsung atau tidak langsung.

Berdasarkan komposisi kimia kayu, masing-masing kayu tidak mempunyai perbedaan yang menyolok. Pada prinsipnya kayu terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), unsur nitrogen (N), dan abu. Sedang kadar masing-masing unsur dalam kondisi kering tanur adalah : 50% - 55% karbon, 6% - 7% hidrogen, 40% - 45% Oksigen, \pm 0,6% nitrogen, dan \pm 1,5% abu dengan nilai kalori 4200 - 4700 kkal/kg (Hartoyo, 1982).

Kayu merupakan agregasi kompleks yang terdiri dari karbon (48% - 53%), hidrogen (5,2% - 6,9%), nitrogen (0,04% - 0,1%), abu (0,28% - 0,57%) dan sisanya adalah oksigen. Variasi kadar tersebut dikarenakan adanya perbedaan jenis kayu dalam pohon, dan kondisi tempat tumbuh (Wise, 1944).

2.4 Sifat Kimia dan Fisik Arang Kayu

Arang adalah suatu hasil dari proses karbonisasi, dimana produk ini sukar ditiru dalam bentuk sintetis, tidak mengalami *deteriorasi* akibat penyimpanan, tetapi mempunyai kekurangan, yaitu mudah pecah. Sifat mudah pecah ini akan berbeda pada setiap jenis kayu tergantung perbedaan kualitas dan kandungan karbon terikatnya. Hal ini menunjukkan, bahwa arang di samping mempunyai sifat fisik juga mempunyai sifat kimia.

2.4.1 Sifat kimia arang kayu

Menurut (Wardi,1969), menyatakan bahwa kualitas suatu arang kayu berbeda-beda sesuai dengan bahan baku yang digunakan dan tujuan penggunaannya. Kualitas arang untuk keperluan industri, salah satunya ditentukan oleh sifat kimia yang dimilikinya. Sifat-sifat kimia yang menentukan kualitas arang kayu adalah kadar zat mudah menguap (*volatile matter*), kadar abu (*ash content*), dan kadar karbon terikat (*fixed carbon content*).

Selanjutnya (Anonim,1983), memberi penjelasan mengenai sifat-sifat kimia arang kayu sebagai berikut ini.

- a. Zat mudah menguap (*volatile matter*) adalah zat selain air yang terdapat didalam arang, terdiri dari cairan dan sisa ter yang tidak habis dalam proses karbonisasi. Kadar zat mudah menguap ini dapat berubah-ubah tergantung lamanya proses pemasakan dan temperatur yang diberikan. Zat mudah menguap dalam arang mempunyai batas maksimum 40% dan batas minimum kurang dari 5%. Arang yang baik untuk skala industri mempunyai kadar zat mudah menguap antara 20% -25%.
- b. Abu (*ash*) yaitu sisa dari akhir proses pembakaran. Residu tersebut berupa zat-zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran. Arang kayu yang baik mempunyai kadar abu $\pm 3\%$.

- c. Karbon terikat (*fixed carbon*) yaitu fraksi C (karbon) dalam arang kayu, selain fraksi air, zat mudah menguap, dan abu. Arang kayu yang berkualitas baik mempunyai kadar karbon terikat antara 70% - 80%.

2.4.2 Sifat fisik arang kayu

Dalam (Anonim,1983), selain sifat kimia yang mempunyai arti penting dalam pembentukan logam besi, sifat fisik juga tidak kalah pentingnya. Proses peleburan bijih, membutuhkan sejumlah arang kayu untuk setiap ton besi yang dilebur dalam tanur menjadi besi kasar. Untuk itu diperlukan sifat-sifat fisik arang kayu yang meliputi: kadar air (*moisture content*), kerapatan (*bulk density*) dan sifat keteguhan (*friability*), serta yang tidak kalah pentingnya adalah nilai kalor bakar (*calorific value*).

Selanjutnya (Anonim,1983), memberi penjelasan mengenai sifat-sifat fisik arang kayu sebagai berikut ini.

- a. Kadar air (*moisture content*) yaitu kandungan air dalam arang pada kondisi kering udara. Arang yang berkualitas baik untuk dipasarkan adalah arang yang mempunyai kadar air antara 5% - 15%, atau rata-rata 10%.
- b. Kerapatan (*bulk density*) yaitu suatu nilai perbandingan antara berat arang kayu terhadap volumenya. Biasanya kerapatan arang kayu berubah mulai arang kayu diterima sampai arang kering udara.
- c. Sifat mudah pecah (*friability*) yaitu suatu sifat yang cenderung mudah untuk remuk atau patah akibat perlakuan tertentu, seperti penanganan, pengangkutan, penyimpanan dan lain sebagainya. Pengujian dapat dilakukan dengan pematahan (*tumbler test*) dan peremukan (*shatter test*).
- d. Nilai kalor bakar (*calorific value*) yaitu nilai panas yang ditimbulkan oleh arang akibat adanya reaksi pembakaran pada volume tetap. Arang dengan nilai kalor bakar yang tinggi sangat disukai baik untuk keperluan rumah tangga atau keperluan industri.

2.5 Kualitas Arang Kayu

Faktor yang mempengaruhi kualitas arang kayu antara lain adalah jenis kayu, cara dan proses pengolahannya. Kualitas tersebut umumnya ditentukan berdasarkan komposisi kimia dan sifat fisik dan dibedakan menurut kegunaannya. Kualitas arang kayu untuk industri antara lain ditentukan oleh kadar air, abu, zat mudah menguap (*Volatile matter*), sisa karbon (*fixed carbon*), nilai kalor (*calorific value*), kekerasan, kerapatan (*density*), berat jenis, dan titik bakar (*Ignition point*).

Menurut Wardi (1969), arang kayu yang baik untuk bahan bakar mempunyai sifat sebagai berikut:

1. warna hitam dengan nyala kebiru-biruan,
2. mengkilap pada pecahan,
3. tidak mengotori tangan,
4. terbakar tanpa berasap, tidak memercik dan tidak berbau,
5. dapat menyala terus tanpa dikipas,
6. tidak terlalu cepat terbakar,
7. berdenting seperti logam.

Sifat utama arang kayu yang diperlukan untuk operasi peleburan biji logam dalam tanur adalah keteguhan tekan dan komposisi kimia. Keteguhan tekan yang tinggi lebih disukai karena dapat mencegah keremukan arang yang dapat mempengaruhi produksi persatuan volume.

Syarat arang kayu untuk pembuatan karbon aktif antara lain adalah kadar air 3 % - 10%, sisa karbon 70% - 80 %, kadar abu 1 %- 2 %, zat mudah menguap 15%- 20 % (Milan Sminsk dan Slanox Cerny, 1970).

2.6 Kegunaan Arang Kayu

Arang kayu dapat digunakan sebagai bahan bakar atau bahan penolong dalam industri, misalnya industri makanan, kimia, logam, tekstil dan lain-lain. Beglinger (1957) mengelompokkan arang kayu berdasarkan kegunaannya sebagai berikut :

1. keperluan rumah tangga dan bahan bakar khusus seperti binatu, tungku pembakar, pengeringan daging, ikan, tembakau, peleburan timah dan timbal, pengecoran logam, dapur dalam kereta api, galangan kapal, budi daya jeruk;
2. keperluan metalurgi seperti industri aluminium, pelat baja, penyepuhan, kobalt, tembaga, nikel, besi kasar, serbuk besi, baja, campuran logam khusus, cetakan pengecoran, pertambangan;
3. dalam industri kimia seperti karbon aktif, karbon monoksida, elektroda gelas, campuran resin, obat-obatan, makanan ternak, karet, serbuk hitam, karbon disulfida, katalisator, pupuk, perekat, magnesium, plastik, kalium cianida, natrium cianida, grafit, galvanisasi, bahan penyerap dalam silinder gas.

Akiro (1970) membedakan tiga jenis arang yaitu arang hitam yang dibuat pada suhu karbonisasi 400 °C - 700°C, arang putih pada suhu karbonisasi diatas 700°C dan serbuk arang. Arang hitam digunakan dalam pengolahan bijih besi, silikon, titanium, magnesium, karbon aktif, serbuk hitam dan karbon bisulfida. Arang putih digunakan dalam pembuatan karbon bisulfida, natrium sulfida dan natrium cianida. Sedangkan serbuk arang digunakan untuk pembuatan briket, karbon aktif dan sebagai bahan bakar.

2.7 Sifat Fisik Jenis-Jenis Tanah

Tanah lempung adalah partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila di campur dengan air (Grim, 1953 dalam Brajo M Das, 1998).

Lempung jika mengandung air cukup banyak akan mengembang dan menjadi lekat, kalau mengering akan berkerut dan menyerap energi panas dari lingkungan. Jika menjadi basah kembali terjadi pengembangan dengan melepaskan panas ke lingkungan. Daya absorpsi lempung terhadap air, gas dan garam laut sangat besar (Soegiman, tahun).

Konsistensi adalah kemampuan tanah untuk berikatan (melekat = *stick*) secara bersama-sama. Konsistensi tanah sangat bermanfaat untuk mengikat abu hasil pembakaran briket arang.

2.8 Batubara

Batubara dibentuk dari sisa-sisa tanaman air tawar. Sisa-sisa tanaman berkayu menjadi masa sejenis tanah gambut dan dapat dipakai sebagai bahan bakar atau gambut (*peat*) yang tampak seperti jelly (agar-agar) dan *amorf*.

Gambut tingkat pertama dalam pembentukan batu bara, merupakan bahan berkualitas rendah, yang mempunyai kadar karbon relatif rendah dan mempunyai nilai penghasil kalor/ panas yang rendah pula (Brian J Skinner, 1984).

Batubara diklasifikasikan menurut derajat metamorfosanya dalam bentuk alamiah. Klasifikasi yang diambil dari ASTM adalah berdasarkan atas persentase karbon tetap (*fixed carbon*) dan panas pembakaran (*heating value*) pada kondisi batubara bebas mineral (*mineral matter free*).

1. *Meta Antracite* : adalah batubara dengan kadar karbon tinggi yang mempunyai sifat mendekati *graphite* struktur dan komposisi, sukar untuk dinyalakan dan dibakar.
2. *Antracite* : juga disebut sebagai batubara keras, karena kekerasannya, padat dan hitam mengkilat. Agak sukar untuk dinyalakan dan terbakar dengan nyala api pendek, tanpa asap dan berwarna biru. *Antracite* ini terutama digunakan untuk pemanas ruangan.

3. *Semi Antracite* : padat tapi agak lemah dibanding *antracite*, terbakar dengan nyala api pendek, bersih dan kebiru-biruan.
4. *Low volatile bituminous coal* : berwarna hitam keabu-abuan, punya struktur yang bulat-bulat dan mudah pecah dalam pengangkutan. Terbakar dengan nyala api pendek dan tidak berasap.
5. *Medium volatile bituminous coal* : merupakan batubara yang mempunyai sifat *low* dan *high volatile bituminous coal* sehingga karakteristik berada antara keduanya. Sebagian mempunyai sifat lunak dan mudah pecah, sebagian lainnya mempunyai sifat keras dan tidak pecah dalam pengangkutan.
6. *High volatile bituminous coal* : mempunyai struktur yang homogen dengan garis-garis mengkilat, bersifat keras dan mudah pecah dalam pengangkutan. Mempunyai kadar air dan oksigen yang cukup tinggi.
7. *Sub bituminous coal* : mempunyai struktur yang homogen, kandungan airnya tinggi, dan mudah pecah apabila di tempatkan di udara terbuka karena penyusutan sebagai akibat dari penguapan airnya.
8. *Lignite* : berwarna coklat kehitaman, mempunyai kadar moistur 30% - 40 % dan panas pembakaran yang rendah. Mempunyai kecenderungan untuk mudah pecah selama pengeringan dengan udara.

2.9 Briket Bioarang

Briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Sedangkan briket bioarang adalah gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan arang yang terbuat dari bioarang (bahan lunak). Kualitas bioarang ini tidak kalah dengan batubara atau bahan bakar jenis arang lainnya (Adan, 1998).

2.10 Pengempaan (*densifikasi*)

Pengempaan atau *densifikasi* dimaksudkan sebagai salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan agar mudah dalam penanganan maupun penggunaannya.

Hasil pengempaan umumnya berupa bentuk briket atau *pellet*. Pada pembuatan briket umumnya bahan baku dicampur dengan bahan perekat terlebih dahulu sebelum dikempa. Proses pengempaan ada juga yang dibarengi dengan pemanasan seperti pada alat *extruder* untuk pengolahan pangan. Setelah pengempaan dilakukan pengeringan untuk menurunkan kadar air briket yang dihasilkan.

Densifikasi juga dapat dilakukan pada bahan berupa arang, dan hasilnya disebut briket arang. Briket arang dapat dibuat dari arang atau dari bahan baku yang kemudian diarangkan. Beberapa cara pembuatan briket arang adalah sebagai berikut :

1. pengempaan (*densifikasi*) bahan menjadi briket, disusul dengan karbonisasi pada tekanan sedang,
2. pengempaan bahan dan karbonisasi secara serentak,
3. pengempaan campuran arang dan bahan menjadi briket, disusul oleh pengeringan.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengempaan (*densifikasi*), yaitu :

1. kondisi bahan,
2. perekat,
3. tekanan pengempaan,
4. alat atau mesin pengempa,
5. karbonisasi,
6. mutu briket yang dihasilkan.

2.10.1 Kondisi bahan

Sebelum dilakukan pengempaan, terlebih dahulu perlu dilakukan beberapa perlakuan terhadap bahan. Perlakuan tersebut tergantung pada keadaan dan jenis

bahan yang akan diproses. Perlakuan terhadap bahan sebelum pengempaan antara lain adalah sortasi, penggilingan dan pengempaan. Masing-masing perlakuan dijelaskan sebagai berikut :

1. sortasi : sortasi perlu dilakukan untuk memisahkan bahan dari benda asing seperti batu, metal dan sebagainya;
2. penggilingan : penggilingan dilakukan apabila ukuran bahan tidak memungkinkan untuk dikempa dan perlu direduksi ukurannya (misal arang ranting kayu);
3. pengeringan : pengeringan dimaksudkan untuk mengurangi kadar air bahan yang terlalu tinggi (*ligneous materials*).

2.10.2 Perekat

Dalam pembuatan briket sering dibutuhkan campuran perekat. Ada dua golongan perekat, yaitu :

- a. perekat yang berasap (*tar, pitch, molase*),
- b. perekat yang kurang atau tidak berasap (*pati, dekstrin, tepung beras*),

Untuk briket bahan bakar yang dikonsumsi untuk bahan bakar rumah tangga dibutuhkan bahan perekat yang kurang atau tidak berasap, umumnya digunakan pati. Kadar perekat dalam briket tidak boleh terlalu tinggi karena akan berakibat penurunan mutu briket sebagai bahan bakar dan sering menimbulkan asap. Kadar perekat yang digunakan untuk briket arang umumnya tidak lebih dari 5%.

2.10.3 Tekanan pengempaan

Pada proses pengempaan tekanan per satuan luas yang dikenakan terhadap bahan yang *didensifikasi* penting diperhatikan. Besarnya tekanan pengempaan akan berpengaruh terhadap densitas dan porositas briket yang dihasilkan, dan lebih lanjut akan berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran briket sebagai bahan bakar.

Briket yang terlalu padat akan sulit terbakar. Sedangkan briket yang kurang padat (porositas yang terlalu tinggi) akan mengakibatkan briket terurai pada saat pembakaran (ditunjukkan oleh percikan bara dan mengakibatkan kesan kurang bersih) meskipun laju pembakarannya cepat. Dengan demikian dibutuhkan tekanan pengempaan yang tepat, dan ini ditentukan oleh jenis bahan yang dikempa.

2.10.4 Alat atau mesin pengempa

Beberapa alat atau mesin pengempa yang dapat digunakan untuk didensifikasi dibedakan atas 4 jenis yaitu :

- a. *Piston press*
- b. *Conical screw press*
- c. *Screw press* dengan mantel pemanas
- d. *Rotary ring disc press* atau *pellet press*

Prinsip kerja masing-masing jenis alat atau mesin tersebut adalah sebagai berikut.

- a. *Piston press* adalah suatu alat pembuat briket arang yang dapat bekerja secara terus-menerus dengan memasukkan bahan ke dalam silinder yang ditekan dengan piston ke dalam saluran yang sempit pada keluarannya. Penekanan ini menjadikan briket panas karena besarnya gesekan dan tekanan saat melalui keluaran *l out let*. Tekanan yang diberikan adalah sebesar $1200 - 1400 \text{ Kg/m}^3$
- b. *Screw press* adalah prinsip kerja hampir sama dengan *piston press* hanya yang menekan bahan baku adalah *screw* yang berputar terus-menerus sehingga mengakibatkan tekanan menjadi rata sepanjang *screw* dan saluran keluaran. Alat ini sebaiknya jangan berhenti dalam memberikan masukan karena akan mengakibatkan hasil briket kurang baik karena tekanan yang tidak merata. Tekanan yang diberikan adalah $1200 - 1400 \text{ Kg/cm}^3$.

- c. *Pellet Press*. Sistem kerja alat ini adalah dengan melemparkan butiran-butiran kecil dengan ukuran antara 10 - 30 mm melalui keluaran yang memiliki banyak lubang akibat dari tekanan rotary disk yang berputar saling berhadapan dengan lubang keluaran. Tekanan pengempaannya adalah $1200 \text{ Kg/cm}^3 - 1400 \text{ Kg/cm}^3$ (S. Erikson and M. Prior, 1990).

2.10.5 Karbonisasi

Briket atau pellet hasil densifikasi umumnya dikarbonisasi (diarangkan) untuk mengurangi asap pembakaran dan mempermudah penyimpanan. Briket arang lebih fleksibel pemanfaatannya dan lebih mudah dalam penanganan serta penyimpanannya.

2.10.6 Mutu Briket

Mutu briket sebagai bahan bakar dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan kadar air briket. Untuk briket arang, mutu briket akan dipengaruhi oleh mutu arang atau hasil karbonisasi. Faktor lain yang berpengaruh adalah tekanan pengempaan itu sendiri. Seperti telah dijelaskan diatas, pengempaan dengan tekanan tinggi tidak selalu menghasilkan mutu briket yang lebih baik karena briket yang sangat padat justru menurunkan efisiensi pembakaran dan menyulitkan penggunaan (Abdullah *et. al.*, 1990).

2.11 Teori Pembakaran Bahan Bakar Padat

Pembakaran adalah rekasi kimia antara unsur-unsur yang mudah terbakar dengan udara. Unsur – unsur tersebut terdapat pada bahan bakar dan diletakkan dalam ruang pembakaran atau tungku.

Menurut Dutt dan Ravindranath dalam Febriyantika (1998), syarat-syarat bahan bakar yang digunakan di sektor rumah tangga maupun industri adalah :

- a. mudah dinyalakan,
- b. tidak mengeluarkan asap yang berlebihan dan tidak berbau,

- c. tidak mudah pecah dalam penanganan,
- d. kedap air dan tidak berjamur atau tidak mengalami degradasi jika disimpan dalam waktu yang relatif lama,
- e. kandungan abunya rendah (kurang dari 7% berat kering),
- f. harga dapat bersaing dengan bahan bakar lain.

Bahan bakar padat adalah bahan bakar yang berasal dari biomassa maupun hasil metamorfosa fosil-fosil tanaman masa lalu. Klasifikasi bahan bakar padat menurut Djokosetyardjo (1993) adalah sebagai berikut :

- a. biomassa dan hasil-hasil olahannya, contoh hasil biomassa adalah kayu, sedangkan contoh hasil olahan biomassa adalah arang kayu;
- b. batubara dan hasil olahannya, yang tergolong batubara adalah : peat, lignit, antrasit dan contoh hasil olahan batubara adalah briket batubara;
- c. kokas.

Bahan bakar padat mengandung unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), abu dan air (Djokosetyardjo, 1993). Unsur-unsur tersebut membentuk ikatan kimia yang memiliki sifat khas untuk setiap jenis bahan bakar padat. Sifat-sifat bahan bakar padat berikut unsur-unsur yang terkandung di dalamnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1: Kandungan unsur dan sifat-sifat beberapa bahan bakar padat

Bahan Bakar	Komposisi Persen Berat						Nilai Kalor (kJ/kg)	Suhu (°C)
	C	H	O + N	S	H ₂ O	Abu		
Antrasit	83-87	3,5-4,0	3,0-4,7	0,9	1-3	4-6	32500	300-550
Semi Antrasit	63-76	3,5-4,8	8-10	0,5-1,8	5-15	4-14	26700	-
Batubara Bituminous	46-56	3,5-5,0	9-16	0,2-0,3	18-32	2-10	17000	-
Lignit	37	7	13,5	0,5	37	5	16300	250-400
Peat	38-49	3,0-4,5	19-25	0,2-1,0	16-29	1-9	13800	225-300
Kokas	20-90	0,5-1,5	1,5-5,0	0,5-1,5	1-5	5-12	28000	600-700
Kayu kering	35-45	3,0-5,0	-	-	7-22	0,3-3	14400	200-300
Arang kayu	84	1	-	-	12	3	29600	-

Sumber : Porges (1976) dan Djokosetyardjo (1993)

Besarnya energi pembakaran suatu zat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

- ke sempurnaan pembakaran, hal ini ditentukan oleh persentase karbon yang bereaksi dengan oksigen, pembakaran sempurna terjadi apabila seluruh karbon pada suatu zat bereaksi dengan oksigen;
- pembakaran habis tetapi tidak sempurna, artinya seluruh karbon terbakar habis akan tetapi tidak semua zat bereaksi dengan O₂ menjadi CO₂.

Lebih lanjut Djokosetyardjo dalam (Febriyantika,1998), menyatakan bahwa bahan bakar yang akan mengalami proses pembakaran, temperaturnya harus dinaikkan hingga mencapai temperatur penyalan, proses penguraian dan oksidasi bahan bakar dapat berlangsung. Penguraian bahan bakar padat membutuhkan sejumlah panas, sedangkan oksidasi unsur-unsur yang telah diuraikan membentuk

panas. Bila panas yang terbentuk telah melebihi panas yang dibutuhkan maka proses penguraian dan oksidasi bahan bakar akan berlangsung lebih cepat, hingga seluruh bahan bakar dalam ruang pembakaran dapat terbakar. Proses oksidasi berikut panas yang dihasilkannya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Proses oksidasi unsur-unsur dalam bahan bakar

Unsur	Hasil Oksidasi	Formula Kimia	Panas yang dihasilkan (kJ/kg)
Karbon	Karbon dioksida	$C + O_2 = CO_2$	33.950 (pembakaran sempurna)
Karbon	Karbon monoksida	$2C + O_2 = 2CO$	9210 (pembakaran tak sempurna)
Karbon monoksida	Karbon dioksida	$2CO + O_2 = 2CO_2$	101.50
Hidrogen	Uap air	$2H_2 + O_2 = 2H_2O$	144200
Belerang	Uap sulfur dioksida	$S + O_2 = SO_2$	9080
Gas Metana	Karbon dioksida dan uap air	$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$	55860

Sumber : Porges, 1976

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan bulan Oktober 1999, di laboratorium Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain arang kayu, batubara, tanah liat merah, tepung kanji, serbuk gergajian kayu, dan air.

3.2.2 Alat

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian meliputi :

1. hammer mill (Model FFC-15; Speed: 8800; Power :1,1 Kw)
2. ayakan
3. ember
4. pengaduk
5. timbangan (*triple beam balance*)(Capacity 5 lb 2 oz)
6. pencetak
7. gelas ukur
8. stopwatch
9. oven
10. alat pengempa hidraulik (Model C S/N 41000 – 362; Max : 1/8” ; Hydraulic unit model # 3912).
11. penetrometer
12. termometer digital dua titik (*termocople*)

13. kompor briket batubara skala rumah tangga
14. pengering tipe rak sejajar skala laboratorium (*tray dryer*).

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan briket arang

Proses pembuatan briket arang ini dapat dilakukan sebagai berikut ini.

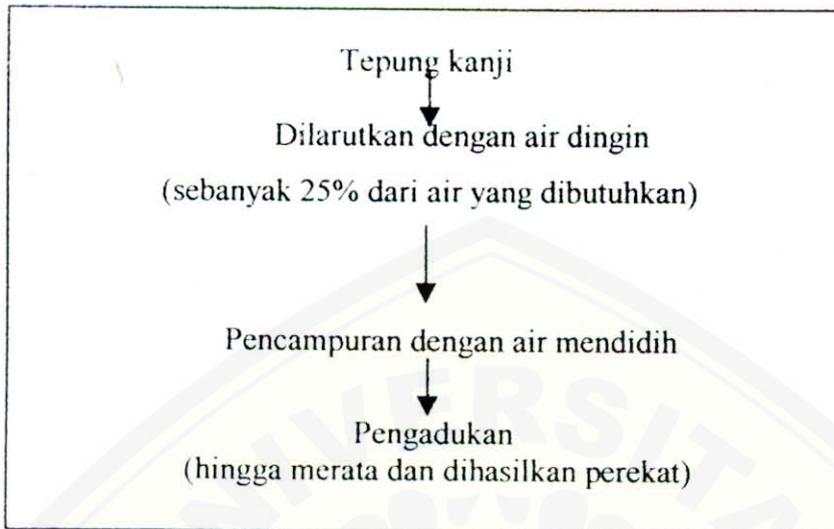
1. Menggiling arang kayu dan batu bara yang telah diremukkan hingga menjadi bubuk/tepung arang dan bubuk/tepung batu bara.
2. Mengayak tanah liat merah yang sudah dikering anginkan agar lebih halus dan mudah merata dalam pencampurannya.
3. Mengayak serbuk gergajian kayu supaya diperoleh serbuk kayu yang lebih halus.
4. Setelah siap semua kita campur bahan-bahan diatas dalam satu wadah dan diaduk hingga merata atau homogen.
5. Menyiapkan tepung kanji dalam suatu wadah dan dilarutkan terlebih dahulu dengan air dingin sebanyak 25% dari air yang dibutuhkan, selanjutnya dicampur dengan air mendidih dan diaduk hingga merata untuk dijadikan perekat.
6. Mencampur perekat dengan campuran bubuk arang, batu bara, tanah liat merah dan serbuk gergajian kayu, dalam pencampuran ini, diharapkan memasukkan perekat secara perlahan-lahan serta diaduk hingga merata sampai menjadi adonan yang sedikit lengket dan remah. Perbandingan dan komposisi bahan ditunjukkan pada tabel 4.1.
7. Menempatkan adonan pada pencetak dan meletakkan pencetak pada alat pengempa hidarulik.
8. Setelah cetakan yang berisi adonan siap, maka selanjutnya dikempa dengan alat pengempa hidraulik. Tekanan pengempaan yang dikenakan adalah 7 ton/cm^2 . Setiap pencetakan, berat adonan yang digunakan seberat 502 gram sesuai dengan volume pencetak.

9. Selanjutnya cetakan (briket arang) yang dihasilkan, dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C sampai kadar air tertentu. Selanjutnya briket arang dikeringkan lagi dengan *tray dryer* untuk menghindari pecahnya briket arang tersebut.

Proses pembuatan briket arang dan pembuatan perekat diperlihatkan pada gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3.1: Diagram alir proses pembuatan briket arang



Gambar 3.2: Diagram alir proses pembuatan perekat

3.3.2 Pengamatan

Kegiatan pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi.

A. Kadar Air (%)

Kadar air briket ditentukan dengan cara pengeringan dalam oven dan *tray dryer*. Berat briket ditimbang, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C sampai kadar air tertentu. Selanjutnya didinginkan dalam eksikator, dan ditimbang beratnya. Kemudian dikeringkan lagi dengan *tray dryer* sampai kadar air yang didinginkan. Perhitungan kadar air dinyatakan dengan persamaan dibawah ini (Brooker, 1974)

$$M = \frac{W_m}{(W_m + W_d)} \times 100\%$$

Dimana : M = Kadar Air Bahan (%)

W_m = Massa air (gr)

W_d = Massa kering (gr)

Karena sulit untuk dilakukan pengukuran berat kering mutlak briket arang, maka dilakukan pendekatan rumus di bawah ini.

$$M = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\%$$

Dimana : M = Kadar Air Bahan (%)

M₁ = Berat Bahan Awal (gr)

M₂ = Berat Bahan Akhir (gr)

B. Kerapatan

Kerapatan briket diukur setelah pengeringan atau dalam kondisi kering. Berat briket ditimbang dengan *triple balance* dan volume briket diukur menggunakan gelas ukur dari perubahan skala yang ditunjukkan oleh gelas ukur atau volume air yang dipindahkan. Kerapatan dapat diperoleh dengan persamaan :

$$\text{Kerapatan (gr/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Berat briket setelah dikeringkan (gr)}}{\text{Volume briket setelah dikeringkan (cm}^3\text{)}}$$

C. Berat Jenis Briket Arang

Berat jenis ini diukur bersamaan dengan pengukuran kerapatan. Berat briket ditimbang dengan *triple balance*. Sejumlah aquades dimasukkan dalam *beaker glass* dan ditimbang dengan *triple balance*. Selanjutnya briket arang yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam *beaker glass* berisi air dan ditimbang lagi dengan *triple balance*. Berat jenis briket arang dapat diperoleh dengan persamaan di bawah ini (Tim Pengajar Pengetahuan Bahan, 1997).

$$\text{Berat Jenis (gr/cm}^3\text{)} = \frac{A}{C - B}$$

Dimana :

- A = Berat briket arang (gr)
 B = Berat aquadest dalam gelas ukur (gr).
 C = Berat briket arang dalam aquadest + gelas ukur (gr)
 (Tim pengajar Pengetahuan Bahan , 1997)

D. Kekerasan

Kekerasan briket diukur dengan alat penetrometer. Jarum penetrometer tertekan ke bawah sekaligus menunjukkan jarak kedalamannya dan langsung dicatat. Perlakuan ini diulang sebanyak 6 kali penetrasi pada tempat yang berbeda, dan waktu yang sama (tiap 10 detik) serta beban yang sama (beban diabaikan), selanjutnya dihitung reratanya. Kekerasan ditunjukkan oleh nilai penetrasi yang dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{Nilai Penetrasi (mm/detik)} = \frac{\text{Kedalaman penetrasi (mm)}}{\text{Waktu setiap penetrasi (detik)}}$$

E. Koefisien Rehidrasi.

Jumlah minyak tanah yang terserap oleh briket arang saat perendaman selama 4 menit. Koefisien rehidrasi dapat diperoleh dengan persamaan di bawah ini (Tim Pengajar Satuan Operasi,1999)

$$\text{Koefisien Rehidrasi} = \frac{\text{Berat setelah perendaman(gr)}}{\text{Berat awal(gr)}}$$

3.3.3 Pengujian

Kegiatan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini, pengukuran dan perhitungan antara lain meliputi.

1. Kalor yang diberikan pada air untuk mendidihkannya.

Pengujian ini dilakukan dengan mendidihkan air dalam massa yang sama yaitu sebanyak 1 kg dengan penetapan suhu maksimum 100°C (titik didih air). Perhitungan kalor yang diterima air tersebut dinyatakan dengan persamaan :

$$Q = [m_{\text{air}} \times C_{p \text{ air}} \times (T_{a2} - T_{a1})] + (m_{\text{uap}} \times H_{fg})$$

dimana :

m_{air} : massa air yang dimasak (kg)

$C_{p \text{ air}}$: panas spesifik air 4.1662 KJ/kg°C (Febriyantika, 1998)

T_{a1} : suhu awal air (°C)

T_{a2} : suhu akhir air (°C)

m_{uap} : massa air yang teruapkan selama pemasakan (kg)

H_{fg} : panas laten penguapan air = 2255 KJ/kg (Earle, 1969).

2. Suhu (°C)

Suhu yang diukur adalah suhu bara briket saat proses pembakaran. Pengambilan data dilakukan tiap 15 menit.

3. Waktu

Waktu yang diukur adalah lama api menyala dan lama bara briket padam, dan waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air.

4. Struktur Abu.

Struktur atau bentuk abu sisa pembakaran briket arang mulai briket arang tersebut dibakar sampai padam semua.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Briket arang dengan tekanan pengempaan 7 ton/cm^2 yang dihasilkan mempunyai nilai kadar air rata-rata sebesar 23.31%, nilai kerapatan 0.94 gr/cm^3 , nilai kekerasan 1.59 mm/detik. dan nilai koefisien rehidrasi 1.44
2. Briket arang yang ditambahkan batubara dan tanah liat merah memberikan hasil sesuai dengan hipotesis. Briket arang yang diuji dapat mengeluarkan api berwarna kebiru-biruan sehingga menaikkan suhu awal pembakarannya hingga 527°C .
3. Abu sisa pembakaran briket arang tidak menyebar disekitar tungku atau kompor briket arang.
4. Briket arang dengan penambahan tanah liat merah dan batubara dalam penggunaannya menyala selama 1.38 jam, lama penyulutan awal 14 menit, waktu untuk mendidihkan air 1000 ml 15.25 menit, kalor yang diterima air 379.65 KJ dan suhu briket arang 309.81°C .

5.2 Saran

Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini, perlu kiranya memperhatikan hal berikut ini.

1. Penimbangan berat bahan dalam proses pengeringan sebaiknya menggunakan timbangan analitis, dimaksudkan untuk memperoleh angka lebih signifikan dan menghindari uap air dari udara sekitarnya.
2. Sebaiknya dilakukan desain pencetak yang lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya.

3. Perlu dilakukan penelitian untuk menghitung efisiensi pembakaran dan efisiensi kompor (tungku) yang digunakan, sehingga dapat memberikan informasi yang lebih lengkap.
4. Perlu dilakukan pendesainan ulang dari tungku atau kompor yang akan digunakan untuk briket arang.
5. Perlu dilakukan penelitian berbagai komposisi bahan, baik perekat maupun bahan baku untuk mengetahui briket yang dihasilkan memiliki mutu yang lebih baik.
6. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan bahan baku batubara dan tanah liat merah.
7. Kadar air untuk pengujian sebaiknya kurang dari 15% karena akan mempengaruhi hasil pengujian.
8. Sebaiknya pengeringan hanya dilakukan dengan pengering tipe rak, karena akan menghasilkan mutu briket yang lebih baik.
9. Diperhatikan juga nilai ekonomis produk briket arang dibandingkan dengan briket batubara yang ada dipasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., A. K. Irwanto, N. Siregar, E. Agustina, A. H. Tambunan, M. Yamin, E. Hartulistiyoso, Y. Aris Purwanto, 1990, **Energi dan Listrik Pertanian**. Bogor : Proyek Pengembangan Perguruan Tinggi IPB.
- Abidin, E. Z., 1973, **Beberapa Catatan tentang Arang Kayu di Indonesia**. Jakarta: Direktorat Jenderal Kehutanan.
- Adan, I. U., 1998, **Membuat Briket Bioarang**. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Akiro, I., 1970, **Wood Charcoal in Japan**. Tokyo: O.T.C.A.
- Beglinger, E., 1957, **Charcoal Manufacture and Use Forest Products Laboratory**. Forest Service U.S. Departement of Agriculture.
- Bunbury, 1923, **The Destructive Distillation of Wood**. London: Benn Brothers Limited.
- Brooker, D. B. Bakker, Arkena dan C. W. Hall, 1974, **Drying Cereal Grains**. The AVI Publishing Company Inc. Wesport. Connecticut.
- Dajan, A., 1986, **Pengantar Metode Statistik Jilid II**. Jakarta : LP3ES.
- Anonim, 1983, **Simple Technologies Charcoal Making**. Forestry Paper No. 41 Mechanical Wood Product Branch. Forest Industries Division Forestry Departement. Food Agriculture Organization of United Nation.
- Eriksson S. and Prior M., 1990, **The Briquetting of Agricultural Wastes for Fuel**, Food and Agriculture Organization of The United Nation,
- Febriyantika, 1998, **Studi Kelayakan Kulit Kakao sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Tungku Biomassa**. Bogor : Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Hartoyo dan Nurhayati, T., 1976a., **Rendemen dan Sifat Arang Beberapa Jenis Kayu Indonesia**. Bogor: Lembaga Penelitian Hasil Hutan.
- , 1976b., **Pengaruh Berat Jenis Kayu Daun Lebar terhadap Sifat Arang**. Bogor: Lembaga Penelitian Hasil Hutan.

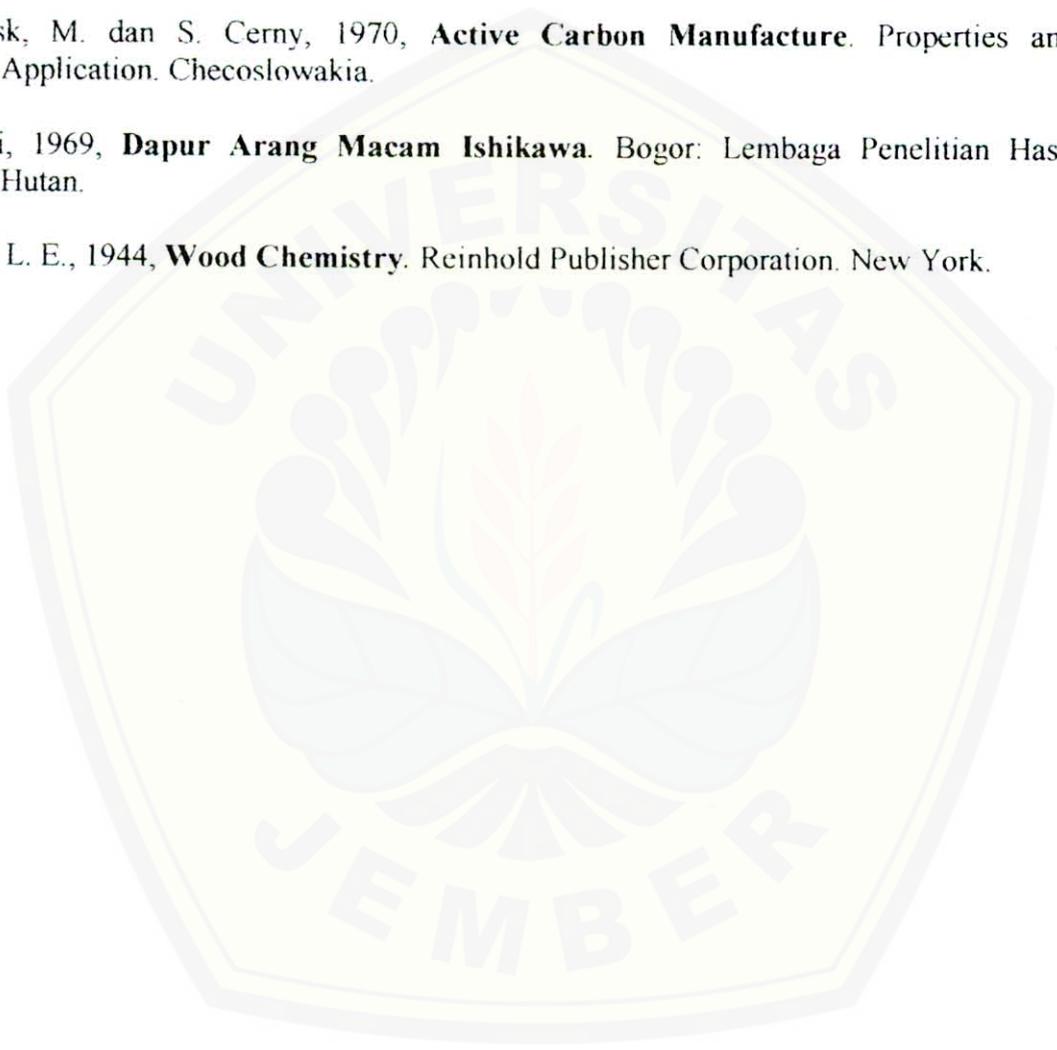
Kuriyama, 1961, **Destructive Distillation of Wood**. Tokyo: Overseas Technical Cooperation Agency.

Oey Djoen Seng, 1964, **Berat Jenis dari Jenis-Jenis kayu Indonesia dan Penelitian Beratnya Kayu untuk Keperluan Praktek**. Bogor: Lembaga Penelitian Hasil Hutan.

Sminsk, M. dan S. Cerny, 1970, **Active Carbon Manufacture**. Properties and Application. Checoslowakia.

Wardi, 1969, **Dapur Arang Macam Ishikawa**. Bogor: Lembaga Penelitian Hasil Hutan.

Wise, L. E., 1944, **Wood Chemistry**. Reinhold Publisher Corporation. New York.



Lampiran 1. Data Kadar Air Briket Arang*

Parameter Kadar Air (%)
pengeringan dengan oven

BAHAN	M1(gr)	M2(gr)	Kadar Air (%) (1)
1	433.00	301.60	30.34642032
2	430.00	291.20	32.27906977
3	435.00	299.80	31.08045977
4	437.50	304.00	30.51428571
5	436.50	317.60	27.23940435
6	440.00	319.00	27.5
7	436.50	320.00	26.68957617
8	435.50	312.00	28.35820896
9	435.00	295.30	32.11494253
10	434.50	298.30	31.34637514
11	438.00	304.40	30.50228311
12	454.50	312.10	31.33113311
		JUMLAH	359.3021589
		RATA-RATA	29.94184658

Pengeringan dengan try dryer

BAHAN	M1(gr)	M2(gr)	Kadar Air (%) (2)	KA Akhir (%) Wb	Ka Awal (%) Wb
1	293.80	279.70	4.799183118	24.89267204	51.48378838
2	282.50	267.70	5.238938053	26.33419916	54.13875608
3	292.20	279.00	4.517453799	25.94237218	52.50096975
4	294.10	278.30	5.372322339	24.09753093	51.7173551
5	307.50	286.70	6.764227642	19.39740085	47.05895721
6	309.50	287.30	7.172859451	19.5005221	47.4375
7	309.60	290.30	6.233850129	19.18933646	46.25581758
8	300.80	283.00	5.917553191	21.01682401	48.67453776
9	286.10	271.10	5.242922055	26.05511814	53.91618972
10	289.30	272.70	5.737988247	24.90144373	52.86679794
11	292.50	275.30	5.88034188	23.156175	51.70067346
12	300.70	286.70	4.655803126	25.24745952	52.8458672
		JUMLAH	279.7310541	610.5972102	
		RATA-RATA	23.31092118	50.88310085	

Dimana :

 M_1 = Berat bahan awal (gr) M_2 = Berat Bahan setelah pengeringan (gr)

Lampiran 2. Data Nilai Penetrasi (mm/detik)

Nilai kekerasan
Tekanan 7 ton/cm²

KA (%)	BAHAN	U L A N G A N						Total	Nilai kekerasan (mm/detik)
		1	2	3	4	5	6		
19.39	1	2.5	3	1.6	1.5	2	1.2	11.8	1.18
20.94	2	2.6	2.5	3.2	2.8	2.3	2.5	15.9	1.59
24.02	3	3	4.5	2.1	1.5	3.2	1.9	16.2	1.62
26.1	4	4	3	4.2	3.5	2.8	2.5	20	2
								JUMLAH	6.39
								Rata-rata	1.5975

Lampiran 3. data Kerapatan Briket Arang(gr/cm^3) dan Berat Jenis Briket Arang

Kerapatan (Density)

Tekanan $7 \text{ ton}/\text{cm}^2$

BAHAN	KA. (%)	Massa (gr)	Volume(cm^3)	Kerapatan (gr/cm^3)
1	19.51	287.3	300	0.957666667
2	24.89	279.6	300	0.932
3	26.33	278.8	300	0.929333333
4	25.94	267.8	285	0.939649123
			JUMLAH	3.758649123
			Rata-rata	0.939662281

Data pengamatan dan perhitungan berat jenis

Tekanan $7 \text{ ton}/\text{cm}^2$

BAHAN	KA(%)	Massa(gr)	Berat air dalam gelas ukur(gr)	Berat air + bahan(gr)	Berat jenis(gr/cm^3)
1	19.51	287.3	1649.5	1357.3	0.983230664
2	24.89	279.6	1635.7	1356.3	1.00071582
3	25.94	278.8	1647.3	1368.3	0.999283154
4	26.33	267.8	1625.5	1356.3	0.994799406
			JUMLAH		3.978029043
			Rata-rata		0.994507261

Lampiran 4. Data Koefisien Rehidrasi, Waktu Pemanasan air dan Lama briket Arang Padam

Data pengamatan koefisien rehidrasi briket arang setelah perendaman 4 menit
Tekanan 7 ton/cm²

BAHAN	KA. (%)	Berat awal(gr)	Berat akhir(gr)	Koef. Rehidrasi
1	19.39	286.3	412.4	1.440447083
2	20.94	282.1	406.2	1.439914924
3	23.35	286.8	412.5	1.438284519
4	24.02	278.7	400.1	1.435593828
5	25.21	275.6	395.7	1.435776488
6	26.1	271.4	390	1.436993368
JUMLAH				8.62701021
Rata-rata				1.443551603

Data pengamatan waktu pemanasan air sampai 100 °C

BAHAN	KA.(%)	Waktu (menit)
1	19.39	13.55
2	20.94	14.25
3	23.35	15.50
4	24.02	16.00
5	25.21	16.10
6	26.1	16.10
JUMLAH		91.5
Rata-rata		15.59

Data pengamatan lama briket arang sampai padam

BAHAN	KA.(%)	Waktu (jam)
1	19.39	1.30
2	20.94	1.35
3	23.35	1.30
4	24.02	1.39
5	25.21	1.40
6	26.1	1.40
JUMLAH		8.14
Rata-rata		1.348

Lampiran 5. Data Pengamatan Kalor untuk Memanaskan Air dan Suhu Bara

Kalor untuk memanaskan air sampai 100°C

Tekanan 7 ton/cm²

BAHAN	KA.(%)	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	T ₀ (°C)	T ₁ (°C)	Muap	Mair(kg)	Kalor (KJ)
1	19	1000	965	27.2	100	0.04	1	382.22436
2	20.9	1000	965	27.4	100	0.04	1	381.39112
3	23.4	1000	967	27.5	100	0.03	1	376.4645
4	24	1000	967	27	100	0.03	1	378.5476
5	25.2	1000	967	28	100	0.03	1	374.3814
6	26.1	1000	967	28.5	100	0.03	1	372.2983
JUMLAH								2265.30728
Rata-rata								379.656895

Keterangan :

V₁ = Volume air awal (ml)V₂ = Volume air setelah pemanasan (ml)T₀ = Suhu awal air (°C)T₁ = Suhu air akhir (°C)M_{air} = Massa air ayang dimasak (Kg)M_{uap} = Massa air yang teruapkan selama pemasakan (Kg)Data hasil pengamatan suhu bara Briket arang
(pengukuran dilakukan setiap 15 menit)

BAHAN	KA.(%)	Ulangan						Jumlah	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6		
1	19.39	527.20	405.30	345.80	295.30	220.90	151.70	1946.20	324.36667
2	20.94	526.50	400.60	332.40	301.50	201.10	152.00	1914.10	319.01667
3	23.35	526.00	407.90	343.90	300.50	242.80	135.60	1956.70	326.11667
4	24.02	505.70	384.50	336.50	275.00	223.10	137.50	1862.30	310.38333
5	26.10	434.40	354.60	326.60	260.10	224.60	150.00	1750.30	291.71667
6	25.21	457.50	335.20	300.10	259.70	221.20	149.90	1723.60	287.26667
JUMLAH								11153.20	309.81111

Pengepres statis (bag.1)

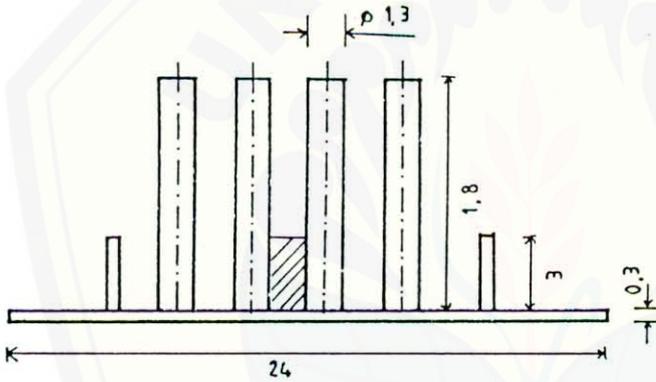
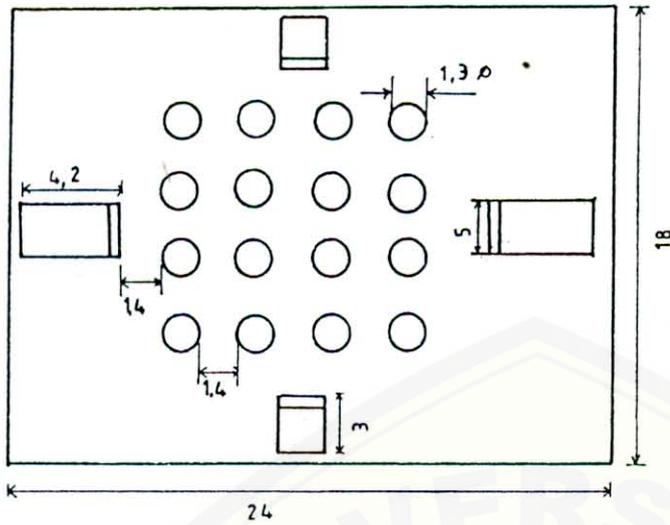
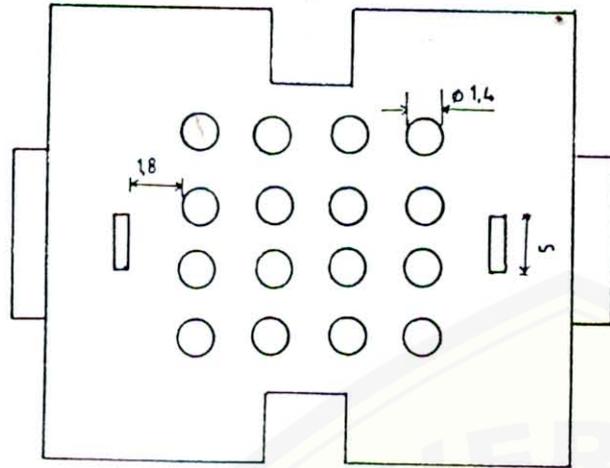
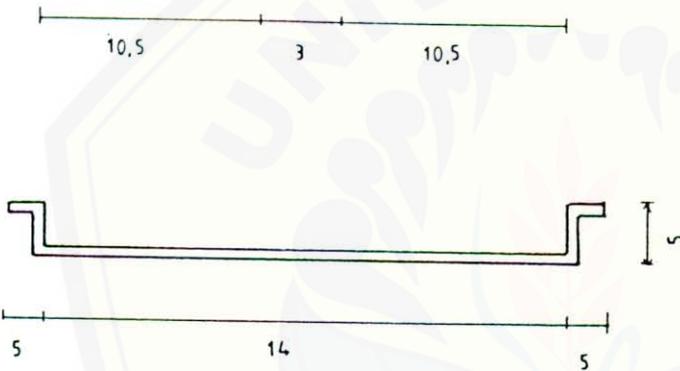
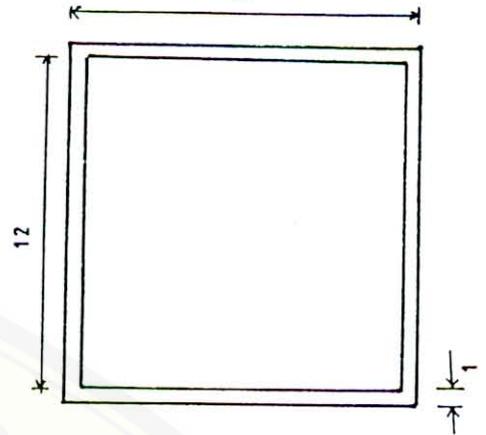


DIAGRAM ORTHOGONAL CETAKAN BRIKET ARANG	
dimensi : mm	skala = 1:10
Digambar : BAYU CAHYA SANTOSO NIM : 9515102007 JURUSAN TEKNIK PERTANIAN FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER	

Plat pengangkat (bag.2)



Tempat adonan (bag.3)



**DIAGRAM ORTHOGONAL
CETAKAN BRIKET ARANG**

dimensi : mm

skala = 1:10

Digambar : BAYU CAHYA SANTOSO
NIM : 9515102007

JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER

Pengepres dinamis (bag.4)

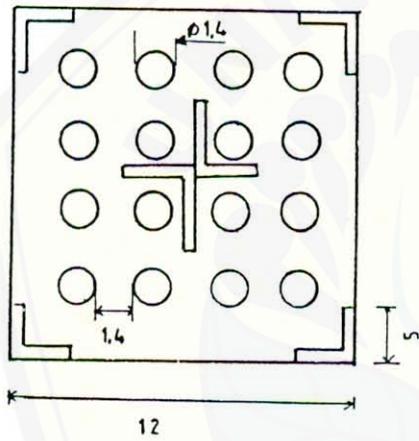
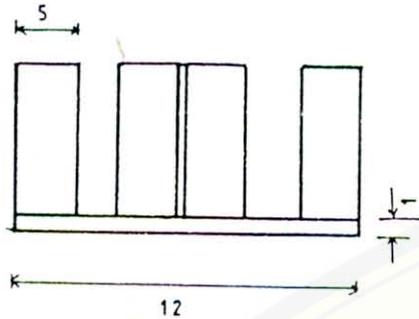
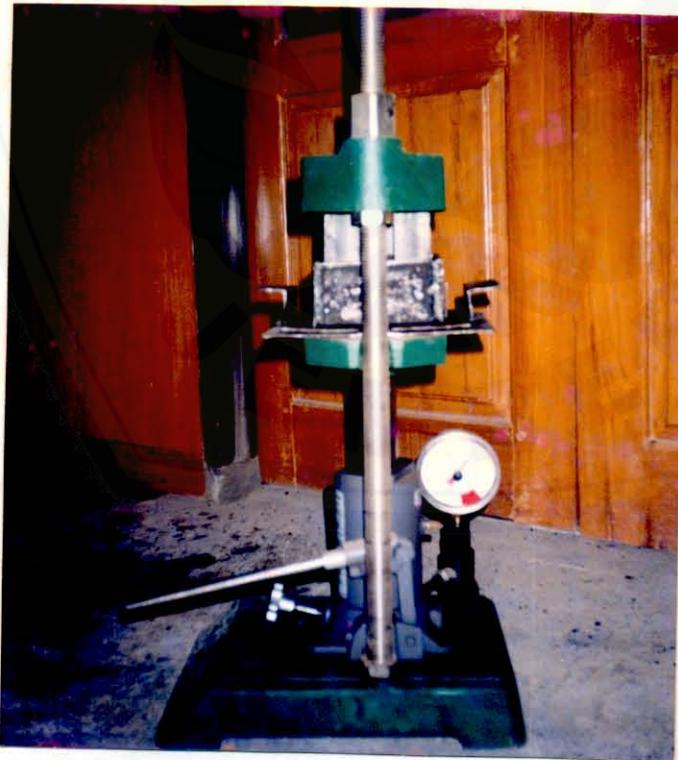


DIAGRAM ORTHOGONAL CETAKAN BRIKET ARANG	
dimensi : mm	skala = 1:10
Digambar : BAYU CAHYA SANTOSO NIM : 9515102007 JURUSAN TEKNIK PERTANIAN FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER	

Lampiran 7. Foto dokumentasi



7.1 Foto proses pembuatan adonan briket arang



7.2 Foto proses pengempaan dengan menggunakan alat pengempa hidraulik



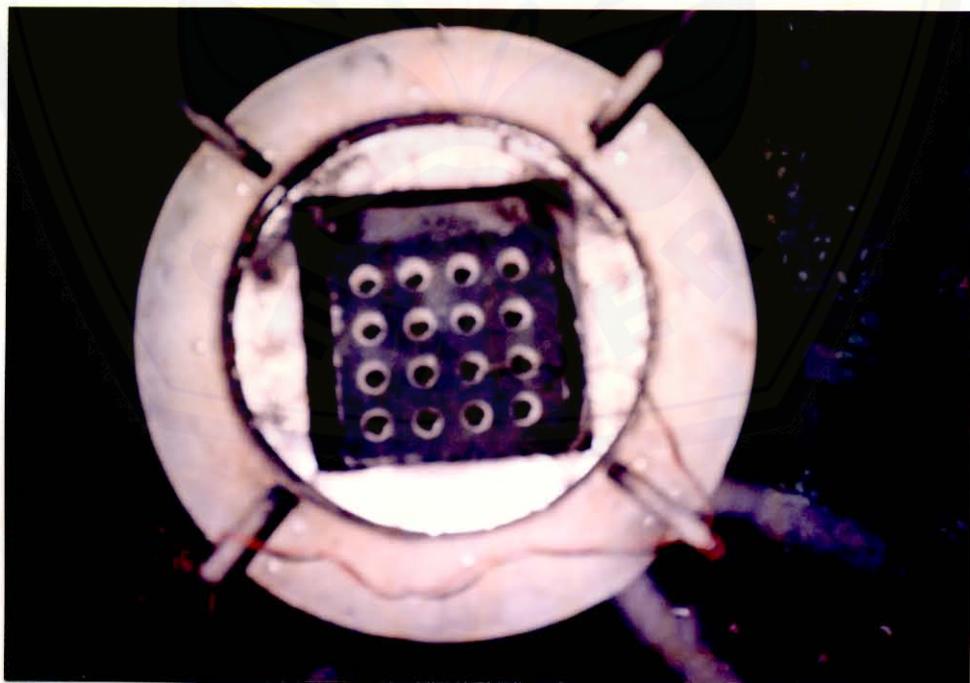
7.3 Foto briket arang yang dihasilkan dalam penelitian



7.4 Foto proses pengeringan briket arang dengan oven



7.5 Foto pengujian briket arang pada penyalaan awal setelah perendaman



7.6 Foto struktur abu briket arang pada 15 menit keempat.