

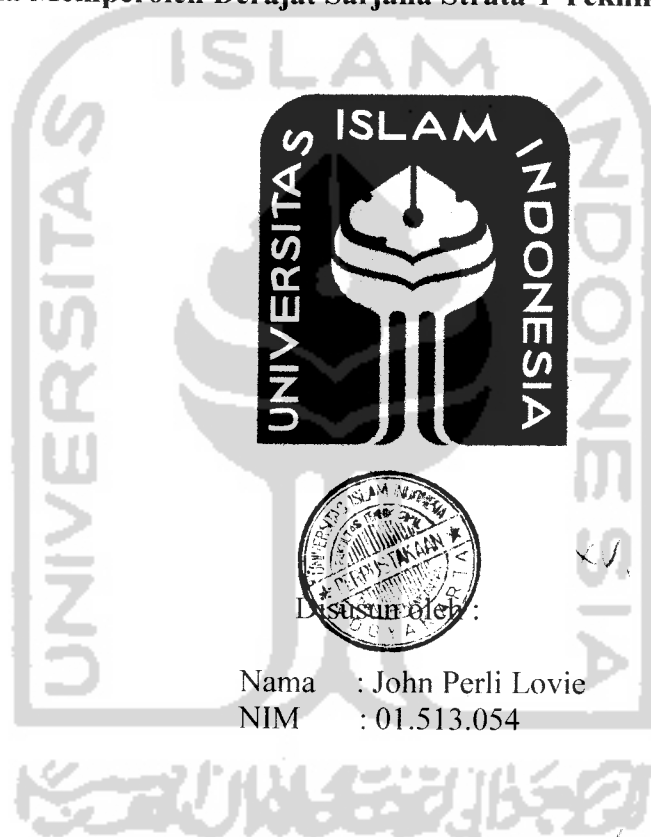
TA/TL/2007/0161

TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	21 Juni 2007
NO. JUDUL :	002467
NO. INV. :	5120002467001
NO. INDIK. :	

**PENGARUH VARIASI TEKANAN KEMPA
TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA ARANG BRIKET
DARI BAHAN SERBUK GERGAJI**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Memperoleh Derajat Sarjana Strata-1 Teknik Lingkungan



Ditulis oleh:
Nama : John Perli Lovie
NIM : 01.513.054

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI TEKANAN KEMPA
TERHADAP SIFAT FISIK-KIMIA DARI BAHAN
BRIKET SERBUK GERGAJI**

Disusun oleh :

NAMA : John Perli Lovie
NIM : 01 513 054
PROGRAM STUDI : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

IR. H. KASAM, MT

Dosen Pembimbing I


Tanggal : 28-2-07

Dr. Ir. J.P. Gentur Sutapa, MSC

Dosen Pembimbing II


Tanggal : 28-02-2007

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah Rabbil' alamin..

"Kupersembahkan Karya Ini Kepada"

Papa

*Terima kasih atas semua yang sudah Papa berikan dengan tulus buat lovie, Berkat doa, bimbingan, dukungan dan jerih payahmulah Alhamdulillah lovie akhirnya bisa menghasilkan & mempersembahkan Karya ini(Doa & Jerih payahmu tidak sia-sia Pa...). ananda akan berusaha untuk menjadi yang terbaik buatmu.....
"Doakan aku selalu agar aku bisa membanggakanmu"*

Mama

*Terima kasih yang tak terhingga atas semuanya Ma....Doa, Kesabaran, Ketulusan, dukungan dan kepercayaan Mama pada lovie adalah anugrah, karunia & menjadi kekuatan yang sangat berarti buat lovie untuk terus melangkah maju dalam mewujudkan cita-cita, dan InsyaAllah juga keinginanmu, Amin...
Alhamdulillah saya baru bisa mempersembahkan ini buat Mama,.... LOVE U Mam.*

Adik-adikku

Kalian anugerah terindah dari ALLAH, dukungan, Pengertian kalian yang menjadi Motivasi buat kakak untuk jadi yang terbaik dan Semangat dalam menghadapi cobaan hidup... "Kakak Sayang Kalian Semua"

MOTTO

*”Maka sesungguhnya beserta kesukaran ada kemudahan, Maka bila kamu telah selesai (dari suatu urusan),maka kerjakanlah (urusan yang lain) dengan sungguh-sungguh
Dan kepada Tuhan-mu hendaknya kamu berharap”
(QS. Asy Syarh: 5-8)*

*“Apabila kamu tidak dapat memberikan kebaikan kepada orang lain dengan kekayaanmu, berikanlah mereka kebaikan dengan wajahmu yang berseri-seri, serta akhlak yang baik”
(Nabi Muhammad SAW)*

*“Pahlawan bukanlah orang yang berani meletakkan pedangnya ke pundak lawan, tetapi pahlawan sebenarnya ialah orang yang sanggup menguasai dirinya dikala ia marah”
(Nabi Muhammad SAW)*

*“Tak ada rahasia untuk menggapai sukses
Sukses itu terjadi karena persiapan, kerja keras, dan mau belajar dari kegagalan”
(General Colin Powell)*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assamualaikum Wr,Wb.

Alhamdulillah segala puji bagi ALLAH sang pengenggam alam raya, tiada Tuhan selain ALLAH hanya kepada-NYA kita patut berserah diri. Hanya karena karunia dan rahmat-NYA lah sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul *“Pengaruh Variasi Tekanan Kempa Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Arang Briket Dari Bahan Serbuk Gergaji ”*

Shalawat selalu kita hadiahkan kepada beliau hamba yang begitu mulia dihadapan-NYA, Nabi Muhammad SAW pembawa kebenaran, revolisioner kehidupan umat Islam.

Tugas Akhir ini merupakan puncak dari seluruh kegiatan perkuliahan dalam mendapat predikat Sarjana Strata 1 Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Dalam penyusunan laporan ini penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan, oleh karena itu ucapan terima kasih sudah selayaknya dihaturkan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Luqman Hakim, ST. MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Kasam. MT selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini, Makasih atas dukungan, bimbingan, motivasi dan ketersediaan waktunya, Makasih untuk smuanya Pak...

4. Bapak Dr. Ir. J.P. Gentur Sutapa. MSC selaku Dosen Pembimbing II Tugas akhir ini, Juga Makasih banyak atas dukungan, motivasi, Masukan-masukannya, dan ketersediaan waktunya, Makasih juga untuk smuanya Pak...
5. Bapak Eko Siswoyo, ST. selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan. Sekaligus sebagai Sekertaris Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.(*Thanks for all Sir...!*)
6. Bapak Hudori, ST selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan
7. Bapak Andik Yulianto, ST selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan
8. Mas Agus Adi Prananto, SP selaku staf Jurusan Teknik Lingkungan. (Matur nuwun ya Mas...)
9. Bapak Edy, Mas Artha dan Mas Hari yang telah banyak membantu, memberi masukan, baik dalam pembuatan, hingga pengujian benda uji di Laboratorium Energi Kayu Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
10. Papa dan Mama, Adik-adikku yang senantiasa memberikan doa dan dukungannya.
11. My soulmate (*Yanggeta Vanesqiu*) thanks yo doa n support'nyo.."luv u adx"
12. Teman seperjuangan (Arif, Bagoes, Anton, Indri) dalam menjalankan Tugas Akhir good luck Friends..
13. My Family in Jogja....(Obrien, DepHo Alam (Prabowo), Dendy (Sister), Nando, Dwie (Inem).
14. The best my Friend (Ayiep kyeen, Yudhie Gondes, Edwin, and Willy)
15. Anak Kozt (Pay jo....N ARDhit alias CHOKy) thanks brooo....

16. All Enviromental 99-01 (thanks friends telah banyak membantu, memberi masukan, dan supportnya).
17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, terima kasih atas dukungan dan motivasinya sehingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tentu tidak luput dari kesalahan. Apabila terdapat suatu kesalahan itu merupakan suatu kealpaan dari saya dan apabila terdapat kebenaran itu hanya datang dari Allah SWT semata. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritikan dan masukan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan ridho dari Allah SWT. Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin...

*Jazakallah khairan Khatsira,
Wassalamualaikum Wr,Wb,*

Yogyakarta, 02 Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTI SARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
 BAB I. PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah.....	5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kayu Sebagai Sumber Energi	6
2.1.1. Kayu Jati.....	7
2.1.2. Serbuk Gergaji	9
2.1.3. Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Baku Briket	11
2.1.4. Briket Sebagai Bahan Bakar Briket.....	12
2.1.5. Sifat Fisik dan Kimia Briket	15
2.1.6. Dampak Terhadap Lingkungan.....	17
2.2. Limbah Industri Penggergajian	19
2.3. Pengelolaan Limbah Padat.....	20
2.3.1. Proses Terjadinya.....	20
2.3.2. Sifat Limbah Padat.....	20
2.3.3. Jenis Limbah Padat	21
2.3.4. Karakteristik Limbah Padat.....	22
2.4. Arang dan Arang Briket.....	24
2.5. Proses Pembuatan Arang.....	25
2.6. Penggunaan Arang.....	27
2.7. Standar Kualitas arang.....	29
2.8. Pengaruh Tekanan Kempa pada Arang Briket.....	35
2.9. Hipotesis.....	35
2.10. Rancangan Penelitian.....	36

BAB III. Metodologi Penelitian	37
3.1. Tahapan Pelaksanaan	37
3.2. Bahan Penelitian.....	38
3.3. Alat Penelitian.....	38
3.4. Pembuatan Briket (Ogalith)	40
3.5. Pengarangan	41
3.6. Pengujian Kualitas Arang Briket.....	42
 BAB IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	 48
4.1. Hasil Penelitian	48
4.1.1. Hasil Pengujian Nilai Kalor Briket	48
4.1.2. Hasil Pengujian Kadar Air Briket	50
4.1.3. Hasil Pengujian Kadar Abu Briket.....	52
4.1.4. Hasil Pengujian Kadar Zat Menguap Briket	55
4.1.5. Hasil Pengujian Kadar Karbon Terikat Briket	57
4.2. Pembahasan.....	59
4.2.1. Sifat Fisik Arang Briket	59
4.2.1.1. Kadar Air.....	59
4.2.1.2. Nilai Kalor	60
4.3.1. Sifat Kimia Arang Briket	61
4.3.1.1. Kadar Abu	61

4.3.1.2. Kadar Zat Menguap.....	62
4.3.1.3. Kadar Karbon Terikat.....	64
BAB V. Kesimpulan dan Saran.....	65
5.1. Kesimpulan	65
5.2. Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Perbandingan Nilai Kalor Briket.....	15
Tabel 2.2. Perkiraan Volume Limbah Kayu Pada Pengolahan Kayu.....	19
Tabel 2.3. Standar Kualitas Arang Briket	29
Tabel 2.4. Nilai Kalor Rata-rata Untuk Kayu dan Kulit Kayu.....	31
Tabel 4.1. Nilai Kalor Dari Hasil Pembakaran Briket.....	48
Tabel 4.2. Analisis Varians Nilai Kalor.....	48
Tabel 4.3. Kadar Air Dari Hasil Pembakaran Briket.....	50
Tabel 4.4. Analisis Varians Kadar Air	51
Tabel 4.5. Nilai Kadar Abu Dari Hasil Pembakaran Briket.....	53
Tabel 4.6. Analisis Varians Kadar Abu.....	53
Tabel 4.7. Nilai Zat Menguap Dari Hasil Pembakaran Briket.....	55
Tabel 4.8. Analisis Varians Kadar Zat Menguap.....	55
Tabel 4.9. Nilai Karbon Terikat Dari Hasil Pembakaran Briket.....	57
Tabel 4.10. Analisis Varians Kadar Karbon Terikat.....	57

PENGARUH VARIASI TEKANAN KEMPA TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA ARANG BRIKET DARI BAHAN SERBUK GERGAJI

Kasam¹⁾, J.P. Gentur Sutapa²⁾, John Perli lovie³⁾

INTISARI

Limbah industri pengolahan kayu berupa serbuk gergaji mempunyai potensi sebagai bahan baku pembuatan briket. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah penggergajian kayu jati sebagai bahan baku briket serta mengetahui pengaruh tekanan kempa terhadap sifat fisik-kimia arang briket yang dihasilkan.

Ogalith dibuat dari serbuk sebanyak 50 gram, dikempa panas pada suhu 250 °C dengan tiga macam tekanan yaitu: 3000 pond, 4000 pond dan 5000 pond. Dengan penelitian menggunakan pola percobaan dengan faktorial 3x3 dengan ulangan 3 kali. Hasil yang diperoleh di uji dengan analisis varians.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Faktor tekanan (3000 pond) menghasilkan dengan nilai kalor 6784,46 kal/gram, tekanan (4000 pond) menghasilkan dengan nilai kalor 7288,84 kal/gram, tekanan (5000 pond) menghasilkan dengan nilai kalor 7854,55 kal/gram. Kadar air hasil penelitian berkisar antara 4,59% - 7,10%. Kadar air arang briket ini relatif cukup kecil dan tidak dapat memenuhi persyaratan standar air arang yang ditentukan oleh Jepang maupun Inggris. Hasil nilai kalor menunjukkan semakin besar tekanan yang digunakan menyebabkan kenaikan berat jenis arang briket, semakin tinggi berat jenis maka nilai kalornya juga semakin tinggi. Besarnya kadar abu yang diperoleh dari penelitian berkisar antara 0,40% - 1,43%.

Nilai terendah pada tekanan 4000 pond uji sampel kedua dan tertinggi pada tekanan 3000 pond uji sample ketiga. Besarnya kadar abu merupakan salah satu indikator kualitas arang briket, besarnya kadar abu yang diperoleh dari penelitian berkisar antara 0,40% - 1,43%, nilai terendah pada tekanan 4000 pond uji sampel kedua dan tertinggi pada tekanan 3000 pond uji sample ketiga., nilai kadar abu yang relatif tinggi yang disebabkan oleh tercampurnya kulit kayu dalam bahan baku briket arang. Tekanan kempa 5000 pond menghasilkan arang briket dengan kadar zat menguap rendah, untuk nilai kadar karbon terikat rata-rata berkisar antara 66,32% - 82,23%. Faktor tekanan kempa sangat berpengaruh pada kadar air, berat jenis, nilai kalor, kadar zat menguap dan kadar karbon terikat.

Arang briket hasil penelitian ini hanya memenuhi standar Inggris dan Jepang masih ada beberapa parameter yang belum bisa dipenuhi.

Kata Kunci : Serbuk gergaji, tekanan kempa, dan sifat fisik-kimia arang briket.

¹⁾ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
²⁾ Staf Pengajar, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan - Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
³⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

THE VARIATION INFLUENCE OF KEMPA PRESSURE TO CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTIC BRIQUETTE CHARCOAL FROM SUBSTANCE OF SAWDUST

Kasam¹⁾, J.P. Gentur Sutapa²⁾, John Perli lovie³⁾

ABSTRACT

Waste of wood treatment industry in the form of sawdust has get potency as substance of briquette make permanent. The aim research is for make use of sawmill as substance of briquette permanent and to know about pressure influence of a press by characteristic of chemical physical.

Ogalith made dust as much 50 gram, heat a press on temperature 250°C with 3 kind pressure that is 3000 pond, 4000 pond and 5000 pond. The Research is used experiment with factorial 3x3 with restart 3. the result of test with the analysis variants.

The result of research indicate that the pressure factor (3000 pond) yielding with the heat value 6784,46 kal / gram, pressure (4000 pond) yielding with the heat value 7288,84 kal / gram, pressure (5000 pond) yielding with the heat value 7854,55 kal / gram. The research result of rate irrigate such as from 4,59 - 7,10%. Rate irrigate the this briquette charcoal relative enough minimize and cannot fulfill the standard conditions irrigate the charcoal determined by Japan and also English. Result of heat value show ever greater pressure used cause the increase specific gravity the high charcoal briquette, specific gravity hence assess the heat value also excelsior. Level of ash rate obtained from research range from 0,40 - 1,43%.

Assess the low value of pressure 4000 pond test the highest and second sample at pressure 3000 pond test the third sample. Level of dusty rate represent one indicator of quality briquette charcoal, level of ash rate obtained from research range from 0,40 - 1,43%, low value of at pressure 4000 pond test the highest and second sample at pressure 3000 pond test the third sample., assess the ash rate which high relative which is because of mingling bark in raw material of charcoal briquette. pressure a press 5000 pond yield the briquette charcoal with the rate of vitamin condense to lower, to assess the carbon rate trussed a mean range from 66.32 - 82.23%. the factor of pressure a press very having an in with of rate irrigate, specific gravity the, heat value of vitamin condense and carbon rate trussed.

Briquette charcoal of result of this research only fulfill the standard of English and Japan there be still some parameter which not yet can be fulfilled.

Keyword : *Sawdust, a press pressure, and chemical physical of briquette charcoal.*

¹ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
² Staf Pengajar, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan - Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
³ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupannya manusia tidak bisa dipisahkan dari upaya pemenuhan energi. Dari semua aspek kehidupan manusia, baik untuk keperluan rumah tangga, transportasi maupun kegiatan industri memerlukan energi untuk menggerakkannya. Sumber energi yang berasal dari minyak bumi maupun yang berasal dari non minyak bumi. Sampai saat ini sumber energi yang berasal dari minyak bumi paling banyak digunakan oleh masyarakat. Keberadaan sumber energi minyak bumi tidak dapat dipertahankan terus menerus karena minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan upaya pemanfaatan sumber energi lain terutama sumber energi yang dapat diperbaharui.

Jumlah minyak bumi semakin menipis dikarenakan laju pemakaian yang semakin meningkat hal ini menuntut dilaksanakan upaya penghematan terhadap penggunaannya. Fenomena tersebut harus memaksa mencari sumber energi yang lain yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif untuk menyediakan energi yang dibutuhkan. Salah satu usaha yang dapat dilakukan yakni dapat memanfaatkan bahan bakar serbuk yang berasal dari serbuk gergaji yang dibuat menjadi briket arang. Bahan baku untuk pembuatan briket adalah serbuk gergaji. Seiring dengan

perkembangan zaman, pemilihan serbuk gergaji cenderung digunakan untuk keperluan lain yang mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi dibanding dengan briket arang. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pemilihan bahan baku alternatif yang jumlahnya melimpah dan mempunyai sifat yang sama dengan serbuk gergaji.

Bahan briket dapat dibuat dari serbuk gergaji, dalam hal ini pemilihan serbuk gergaji sangat penting guna untuk meningkatkan kalor. Serbuk gergaji mempunyai beberapa keunggulan yaitu mudah diolah. Dalam pembuatan briket arang harus dilihat dari segi modifikasi komposisi dan segi bentuk briket arang itu sendiri.

Energi kayu sangat penting untuk masyarakat Indonesia yang 68% tinggal di pedesaan, sebagian besar energi kayu tersebut dikonsumsi untuk keperluan memasak sehari-hari dan sebagian lagi industri kecil dan rumah tangga. Hal ini didukung oleh pernyataan Soeparno (1999) dalam Arif (1995) bahwa 73,90% dari rumah tangga pedesaan di Indonesia menggunakan biomas sebagai sumber energi, sedang 24,60% karosene (minyak tanah). Indonesia sebetulnya mempunyai potensi yang cukup besar pada sumber energi biomas. Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa keperluan energi sehari-hari, masyarakat di pedesaaan lebih meggantungkan kebutuhannya pada biomas dibandingkan sumber energi lainnya dan banyak masyarakat yang dulunya pemakai kompor minyak tanah mulai beralih mencari energi alternatif yang murah, yaitu kayu bakar, arang atau sumber energi biomas

lainnya, sumber energi biomas masih merupakan salah satu sumber energi yang penting dan perlu mendapat perhatian dari pemerintah Indonesia.

Walaupun telah umum digunakan di masyarakat, kayu sebagai sumber energi mempunyai sifat-sifat yang kurang menguntungkan, antara lain : banyak memakan tempat, kadar air tinggi, mengeluarkan banyak asap dan mempunyai nilai kalor yang rendah. Untuk mengatasi kelemahan tersebut diperlukan suatu usaha peningkatan kualitas kayu sebagai bahan bakar salah satu usaha tersebut adalah mengubah kayu menjadi arang.

Banyak industri menggunakan serbuk gergaji sebagai bahan bakunya, yang mengakibatkan limbah sisa pengolahan serbuk gergaji dengan mudah didapat dan dalam jumlah yang cukup banyak. Limbah serbuk gergaji tersebut selama ini dibiarkan menumpuk, menimbun dan berlebih sehingga mengganggu lingkungan. Akan tetapi limbah serbuk gergaji yang berupa serbuk ini baik untuk pembuatan arang briket.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk memberikan uraian yang jelas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah serbuk gergaji dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif .

1.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi kajian dan batasannya, maka penelitian ini dikhususkan membahas mengenai:

1. Bahan briket yang digunakan adalah serbuk gergaji.
2. Serbuk gergaji yang digunakan dari kayu jati.
3. Pengujian nilai kalor dan suhu bara yang dihasilkan berdasarkan variasi tekanan kempa.
4. Lama pengeringan pada pembuatan briket ini adalah 6 - 8 jam dengan suhu 60°C.
5. Perbandingan komposisi serbuk gergaji 50 gram pada suhu 250 °C dengan tekanan kempa 815 psi (3000 pounds), 1087 psi (4000 pounds) dan 1359 psi (5000 pounds).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kayu Sebagai Sumber Energi

Penggunaan kayu sebagai sumber energi merupakan salah satu bentuk dari permasalahan kayu. Heygreen dan Bowyer (1993) dalam Arif (1995) menyebutkan bahwa ada empat sumber bahan kayu yang potensial untuk membangkitkan energi atau bahan bakar yaitu kayu bulat/pohon, sisa-sisa pabrik, sisa pembalakan dan kayu dari hutan tanaman.

Sektor industri pengolahan kayu merupakan salah satu pemakai energi kayu yang terbesar. Sebagian besar negara berkembang sektor industri mengkonsumsi 10 - 30% dari seluruh penggunaan energi kayu. Pada umumnya industri tersebut lebih memilih menggunakan dalam bentuk arang karena nilai kalor yang dihasilkan lebih tinggi.

Pemanfaatan kayu sebagai sumber energi erat kaitannya dengan nilai kalor yang dihasilkan. Cara yang paling umum untuk mengubah kayu menjadi energi adalah pembakaran. Pada reaksi pembakaran terjadi penggabungan zat arang dari kayu dengan oksigen untuk membentuk karbondioksida dan penggabungan hidrogen dari kayu dengan oksigen membentuk air dan menghasilkan energi panas.

Pada proses pembakaran semua komponen kayu turut bereaksi bersama oksigen dan membentuk karbon dioksida serta air untuk menghasilkan energi panas.

Haygreen dan Bowyer (1993) dalam Arif (1995) menyebutkan bahwa secara umum kayu tersusun atas 6% hidrogen, 49% zat karbon dan 44% oksigen dan 1% sisanya adalah unsur-unsur kimia yang lain. Karena jumlah komponen kimia dalam setiap berbeda - beda, maka energi panas yang dilepaskan pada saat proses pembakaran juga berbeda - beda.

2.1.1. Kayu jati

Kayu jati sudah banyak dikenal oleh masyarakat pengguna kayu dan sangat cocok digunakan untuk segala jenis konstruksi seperti tiang, kusen, balok, gelagar pada rumah, rangka atap serta banyak dimanfaatkan untuk memblair. Akan tetapi kayu ini mempunyai sifat agak rapuh sehingga kurang baik untuk digunakan sebagai bahan yang memerlukan kekenyalan tinggi seperti tangkai perkakas, alat olah raga, peti pengepak dan sebagainya.

Selain banyak ditanam oleh perhutani di Jawa dan menjadi komoditas unggulan bagi perhutani, tanaman ini juga banyak diusahakan oleh rakyat sebagai tanaman hutan rakyat. Penanaman jati sebagai tanaman hutan rakyat banyak dilakukan oleh masyarakat terutama untuk mencukupi kebutuhan bahan bangunan serta merupakan salah satu bentuk tabungan karena nilai ekonomisnya yang tinggi. Luas hutan jati yang diusahakan oleh perum perhutani mencapai 1.081.425,40 ha, (Perum Perhutani, 1997).

Tanaman jati di pulau Jawa dikenal dengan nama: deleg, dodolan, jate, jatih, kiati dan kulidawa dan mempunyai daerah penyebaran diseluruh pulau Jawa, Sulawesi selatan, Sulawesi Tenggara, Sumbawa, Maluku dan Lampung, (dalam Aida 1999).

Pohon jati termasuk tanaman tahunan. Menurut Van Steenis (1975) dalam Aida (1999) secara sistematis, klasifikasinya adalah sebagai berikut:

Devisio : *Spermtophyta*
 Sub divisio : *Angiospermae*
 Class : *Dicotyledoneae*
 Ordo : *Lamiales*
 Famili : *Verbenaceae*
 Genus : *Tectona*
 Species : *Tectona grandis* L.F.

Pohon jati dapat mencapai tinggi 45 m dengan panjang batang bebas cabang 15-20 cm. Pada pertumbuhan yang optimal pohon jati dapat mencapai diameter 220 cm, akan tetapi rata-rata dari kayu jati yang ditebang adalah 50 cm. Bentuk batang tidak teratur dan beralur. Kayu teras jati berwarna coklat muda, coklat-kelabu sampai coklat merah tua atau merah coklat. Kayu gubalnya berwarna putih atau kelabu kekuning-kuningan dengan tekstur kayu agak besar dan tidak merata. Permukaan kayu licin atau agak licin, kadang-kadang seperti berminyak. Kayu jati berbau bahan penyamak yang mudah hilang, mempunyai berat jenis 0,67 (0,62-0,75) dan termasuk

kelas kuat II. Penyusutan kering tanur yang dialami oleh kayu jati pada arah radial sebesar 2,8% dan 5,2% pada arah tangensial. Kandungan kimia yang terdapat dalam kayu jati meliputi : kadar selulose 47,5%, kadar lignin 29,9%, kadar pentosan 14,4%, kadar abu 1,4% dan kadar silika 0,4%, (dalam Aida, 1999).

2.1.2 Serbuk Gergaji

Kayu adalah suatu bahan yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon di hutan yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dimanfaatkan untuk suatu tujuan penggunaan. Sedangkan serbuk gergaji kayu adalah serbuk hasil pengergajian kayu berupa partikel-partikel kayu Dumanau (dalam Arif 1995).

Serbuk kayu termasuk tipe partikel granuler yaitu partikel yang mempunyai ukuran sama pada ketiga sisinya yaitu panjang, lebar dan tebal. Serbuk gergaji terdiri dari dua jenis yaitu :

a. Serbuk basah

Serbuk basah adalah serbuk yang mempunyai kadar air lebih kurang 60% atau serbuk kayu yang belum mengalami pengeringan.

b. Serbuk Kering

Serbuk kering adalah serbuk yang mempunyai kadar air 8 – 9 % atau serbuk kayu yang telah mengalami pengeringan.

Menurut Dumanau (dalam Arif 1995), kayu mempunyai sifat meliputi :

a. Sifat Fisik

Kayu merupakan bahan higroskopis yang dapat kehilangan atau bertambah kelembabannya akibat perubahan kelembaban dan suhu di sekitarnya. Makin lembab udara di sekitarnya akan makin tinggi pula kelembaban kayu sampai tercapai keseimbangan dengan lingkungan. Masuk atau keluarnya air yang dikandung oleh sepotong kayu itu disebut kadar air.

b. Sifat kimia

Komponen kimia dalam kayu mempunyai arti penting karena menentukan kegunaan suatu jenis kayu. Selain itu juga dapat menentukan pekerjaan dan pengolahan kayu sehingga dapat dihasilkan yang maksimal.

Komposisi kayu terdiri dari karbon 50%, hidrogen 6%, nitrogen 0,04 - 0,1%, abu 0,2 - 0,5% dan sisanya adalah O₂ sedangkan komponen kimia yang terdapat dalam kayu terdiri atas 4 unsur :

- a. Karbohidrat yang terdiri dari atas selulosa dan hemiselulosa
- b. Unsur non - karbohidrat terdiri dari *lignin*, yang banyak terdapat di dalam dinding primer dan lamela tengah.
- c. Unsur yang diendapkan kayu selama proses pertumbuhan dinamakan zat ekstraktif, banyak terdapat di luar dinding sel kayu.
- d. Mineral.

2.1.3. Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Baku Briket

Suatu industri dalam proses produksinya disamping menghasilkan produk yang direncanakan juga menghasilkan hasil sampingan yang berupa limbah. Dalam (Aida 1999) menyebutkan bahwa limbah kayu pada pengolahan kayu merupakan sisa-sisa atau bagian kayu yang dianggap tidak bernilai ekonomi lagi dalam suatu proses tertentu, pada waktu dan tempat tertentu tetapi mungkin masih dimanfaatkan pada proses yang berbeda. Limbah kayu yang dihasilkan pada proses pengolahan kayu seperti sisa potongan kayu, kulit kayu, serpih dan serbuk gergaji merupakan salah satu sumber bahan kayu yang potensial untuk membangkitkan energi.

Dalam skala kecil pemanfaatan limbah serbuk gergaji sudah dilakukan, misalnya penggunaan serbuk gergaji sebagai bahan bakar dan bahan baku pembuatan obat nyamuk bakar. Pemanfaatan serbuk gergaji sebagai bahan baku pembuatan arang briket telah dilakukan oleh PT. Kraton Megah Indah Pasuruan Jawa Timur. Industri ini setiap tahunnya memerlukan bahan baku serbuk gergaji sebanyak $\pm$ 1583,4 ton. Serbuk gergaji yang digunakan berasal dari kayu Jati, Meranti, Kamper, Ulin, Keruing dan Bangkirai. Pada proses produksinya industri ini mempergunakan campuran serbuk gergaji dan kayu yang tidak bergetah untuk memperoleh produk arang briket yang berkualitas.

Briket arang adalah arang kayu yang diubah bentuk dan ukurannya dengan cara mengepres campuran serbuk arang dan bahan perekat.

Pembuatan briket arang dapat memberikan keuntungan, antara lain arang dapat ditingkatkan sehingga menjadi volume, bentuk dan ukuran dapat di sesuaikan dengan keperluan, tidak kotor, mudah diangkat dan praktis untuk digunakan sebagai bahan bakar dalam rumah tangga.

Pembutan briket dapat memberikan beberapa keuntungan, antara:

1. Dapat ditingkatkan kerapatannya sehingga tidak memakan ruang dalam pemanfaatannya.
2. Bentuk dan ukuran dapat disesuaikan dengan keperluan.
3. Tidak kotor.
4. Mudah diangkat dan praktis sebagai bahan bakar rumah tangga.

Dari segi lingkungan, keuntungan yang dipetik dari penanganan limbah padat dengan pembuatan briket adalah:

1. Dapat membantu pengendalian pencemaran akibat pembuangan limbah padat dari industri penggergajian atau industri lain secara langsung ke lingkungan.
2. Nilai kalor yang dihasilkan briket cukup tinggi.
3. Merupakan penerapan teknologi biaya dan teknologi peduli lingkungan.

2.1. 4. Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif

Batu bara merupakan salah satu pilihan yang ekonomis dalam situasi BBM yang relatif mahal sekarang ini. Batu bara menjadi komponen penting dalam *energy mix* di banyak negara. Di Amerika Serikat, 52% pasokan listrik dengan bahan bakar

2.1.5 Sifat Fisik Dan Kimia Briket

1. Kadar Air

Kadar air didefinisikan sebagai berat air yang dinyatakan dalam % berat kayu. Informasi tentang kadar air dalam kayu dan arang sangat penting diketahui, karena hal ini akan berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai kalor yang dihasilkan.

2. Nilai Kalor

Nilai kalor sebagai jumlah satuan panas yang dihasilkan persatuan bobot dari proses pembakaran cukup oksigen dari suatu bahan yang mudah terbakar. Nilai kalor biasanya berhubungan dengan benda sebagai penghantar panas dinyatakan sebagai satuan *Britis Thermal Unit (BTU)* atau kalori. Nilai Kalor yang dihasilkan oleh kayu akan memberikan nilai yang berbeda untuk masing-masing jenis kayu.

Tabel 2.1. Perbandingan nilai kalor briket

No	Bahan Briket	Kandungan energi
1	blotong	3523*
2	Jati	6975*
3	Glugu	5428*
4	Sukun	6234*
5	Fases sapi	4500*
6	Serpihan Kertas	6670**

*Sumber : majalah Energi edisi November 2000.

**Sumber : Muhammad Khanafi, (2004).

3. Kadar Abu

Salah satu bagian kayu yang ada dalam sisa pembakaran adalah abu yang merupakan mineral. Abu biasanya terdiri dari unsur Ca, K dan Mg yang terdapat dalam bentuk karbonat (Afianto 1994). Abu terdiri dari bahan mineral seperti lempung, silika, kalsium serta magnesium oksida (Anonymous, 1985).

4. Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap dalam arang merupakan salah satu petunjuk untuk menentukan kualitas arang. Zat mudah menguap briket arang bukan merupakan komponen penyusun arang tetapi merupakan hasil dekomposisi zat-zat penyusun arang akibat proses pemanasan.

Berdasarkan zat mudah menguap dalam arang berbanding terbalik dengan kadar karbon terikatnya, di mana kadar zat mudah menguap yang tinggi akan mengakibatkan kadar karbon terikatnya menjadi semakin rendah. Kadar zat mudah menguap dalam arang dapat dihitung dengan menguapkan semua zat-zat menguap dalam arang selain air.

5. Karbon Terikat

Karbon terikat sebagai fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu, air dan zat mudah menguap. Karbon terikat dalam suatu arang mempunyai peranan yang cukup penting untuk menentukan kualitas arang karena karbon terikat dalam arang akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi karbon terikat dalam suatu arang maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan karena pada

proses pembakaran setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan panas. Besarnya kadar karbon terikat dalam arang mempunyai hubungan terbalik dengan besarnya kadar zat mudah menguap, semakin besar kadar zat mudah menguap maka kadar karbon terikat menjadi semakin rendah. Djatmiko dkk (1981) dalam Arif (1995) menyebutkan bahwa arang yang bermutu baik adalah arang yang mempunyai nilai kalor dan kadar karbon terikat tinggi tetapi mempunyai kadar abu yang rendah.

2.1.6. Dampak Terhadap Lingkungan

Menurut Soeparno (1996) dalam Arif (1995) dampak yang dapat timbul dari pembuangan limbah padat industri pengolahan kayu secara langsung ke dalam lingkungan adalah pencemaran terhadap tanah, air dan udara. Dengan adanya pencemaran terhadap air, tanah dan udara menyebabkan turunnya kualitas lingkungan. Sehingga diperlukan penanganan yang tepat untuk dapat mengendalikan pencemaran yang disebabkan oleh limbah padat industri pengolahan kayu adalah sebagai berikut:

1. Pencemaran Terhadap Tanah

Pembuangan limbah padat sisa produksi pengolahan kayu langsung ke lahan yang terbuka akan menyebabkan menumpuknya limbah padat industri pengolahan kayu dan menimbulkan panas dan pada akhirnya dapat mengakibatkan kerusakan permukaan tanah serta tekstur tanah. Hal ini dapat menyebabkan tanah tidak dapat memberikan manfaat yang sesuai dengan peruntukannya.

2. Pencemaran Terhadap Air

Dampak pembuangan limbah padat sisa produksi pengolahan kayu dibuang langsung kedalam perairan akan menimbulkan endapan yang menumpuk pada perairan serta menyebabkan perubahan warna pada perairan dan timbulnya bau yang cukup menyengat. Perubahan warna dan bau disebabkan adanya proses pembusukan limbah padat industri pengolahan kayu dalam perairan. Sebagai akibat dari perubahan warna perairan akan mengganggu kelangsungan proses fotosintesis tanaman dalam perairan, hal ini disebabkan terhalangnya sinar matahari untuk menembus perairan. Dampak lain adalah timbulnya endapan terlarut maupun tidak larut dapat menyebabkan pendangkalan pada perairan sehingga dapat menyebabkan terjadi banjir pada musim penghujan, adanya perubahan warna dan bau pada perairan dapat dipergunakan sebagai indikator pencemaran yang terjadi pada perairan tersebut.

3. Pencemaran Terhadap Udara

Dampak pembuangan limbah padat sisa proses produksi industri pengolahan kayu yang langsung di bakar di areal terbuka akan menambah emisi karbon di atmosfer.

2.2. Limbah Industri Penggergajian

Pada industri penggergajian kayu dengan kemajuan teknologi sebelum tahun 1970 rendemennya masih rendah yaitu antara 40% - 45%, sekarang sudah meningkat menjadi 50% - 55%. Sisanya berupa limbah terdiri dari 25,96% sebetan, 19,54% potongan ujung dan 10,63% serbuk kayu (Soeparno, 1996). Limbah industri penggergajian merupakan salah satu dari sumber kayu yang potensial untuk membangkitkan energi. Demikian besarnya manfaat serbuk gergaji sehingga perlu penanganan yang serius untuk kalangan industri kecil melalui pola pembinaan yang lebih diarahkan sedemikian rupa sehingga dapat menguatkan kompetensi daerah bahkan nasional. Demikian juga kajian teknologi tepat guna diharapkan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi produksi.

Tabel 2.2. Perkiraan Volume Limbah Kayu Pada Pengolahan Kayu (juta ton)

Sisa Pabrik	Jenis Industri Pengolahan Kayu			Total
	Penggergajian	Kayu lapis	Lain-lain	
Tatal kayu				
1. digunakan	32	9	3	44
2. tidak digunakan	6	1	0,3	7
Serbuk gergaji				
1. digunakan	5	0,4	0,6	6
2. tidak digunakan	9	0,1	0,5	10
Kulit kayu				
1. digunakan	9	2	1	12
2. tidak digunakan	6	1	0.6	8
Total digunakan				62
Total tdk digunakan				25

Sumber : Pingrey (1976) dalam Haygreen (1996)

2.3. Pengolahan Limbah Padat

Macam-macam pengolahan limbah padat dapat didasarkan pada beberapa kriteria, yaitu didasarkan pada proses terjadinya, sifat, jenis, karakteristik dari limbah padat tersebut. Penggolongan limbah padat tersebut perlu diketahui sebagai dasar dalam penanganan serta pemanfaatan dari limbah padat tersebut.

2.3.1. Proses Terjadinya

Dari proses terjadinya limbah padat dibedakan sebagai berikut:

1. Limbah padat alami

Adalah limbah padat yang berasal dari proses alami.

2. Limbah padat non alami

Adalah limbah padat yang berasal dari segala aktivitas hidup manusia.

2.3.2 Sifat Limbah Padat

Berdasarkan sifatnya limbah padat dapat digolongkan menjadi:

1. Limbah Padat Organik

Limbah padat organik adalah limbah padat yang mengandung senyawa-senyawa organik, yang tersusun dari unsur karbon, hydrogen dan oksigen.

Limbah padat organik ini mudah untuk diuraikan oleh mikroba, contoh: daun-daun, kayu, sisa sayur, kardus.

2. Limbah Padat Anorganik

Limbah padat anorganik adalah limbah padat yang sukar untuk diuraikan oleh mikroba, contoh: plastik, kaleng, besi, gelas, dan logam.

2.3.3. Jenis Limbah Padat

Berdasarkan jenisnya limbah padat dalam Asti (2000) dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Bisa tidaknya dibakar

a. Limbah padat mudah terbakar

Contoh: kertas, karet, kayu, plastik.

b. Limbah padat sukar terbakar

Contoh: sisa potongan besi, kaleng, pecahan kaca, logam.

2. Bisa tidaknya membusuk

a. Limbah padat mudah membusuk

Contoh: sisa makanan, sisa daun-daunan, potongan daging, sisa buah - buahan serta sobek - sobekan kertas.

b. Limbah padat sukar membusuk

Contoh: plastik, kaleng, pecahan kaca, karet, besi.

2.3.4. Karakteristik Limbah Padat

Dalam Asti (2000), limbah padat berdasarkan karakteristiknya dapat digolongkan sebagai:

1. *Garbage*

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari rumah tangga, hotel dan restoran.

2. *Rubis*

Merupakan limbah padat yang dapat dibakar seperti kertas, kayu dan limbah padat yang sulit terbakar seperti kaca, kaleng.

3. *Ashes*

Merupakan limbah padat hasil dari pembakaran industri maupun rumah tangga dalam bentuk abu.

4. *Street Sweeping*

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembersihan jalan, terdiri dari daun-daunan, kertas, kotoran, plastik.

5. *Deat Animal*

Yaitu limbah padat yang berasal dari bangkai binatang yang mati.

6. *Abandoned vehicles*

Yaitu limbah padat yang berasal dari bangkai mobil maupun motor bekas, becak, sepeda.

7. Limbah padat industri

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari berbagai jenis industri diantaranya industri cat, industri gula, industri makanan.

8. Limbah padat khusus

Merupakan limbah padat yang mengandung bahan berbahaya beracun seperti limbah padat radioaktif.

Penanganan limbah padat dapat dilakukan melalui proses penanganan sebagai berikut:

1. *Open Dumping* (Pembuangan Terbuka)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembuangan pada tempat pembuangan akhir secara terbuka.

2. *Reuse* (Pakai Ulang)

Merupakan penanganan limbah padat melalui penggunaan kembali seperti: penggunaan botol minuman.

3. *Recycling* (Daur Ulang)

Merupakan penanganan limbah padat melalui proses pemanfaatan kembali.

4. *Composting* (Pembuatan Pupuk)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembuatan pupuk dari limbah padat tersebut.

5. *Incenerator* (Bakar Teknis)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembakaran menggunakan peralatan dan teknis khusus.

6. *Blocking* (Pemadatan)

Merupakan penanganan limbah padat melalui proses pemadatan dilakukan untuk memperkecil volume limbah tersebut.

7. *Sanitary Landfill* (Pendam Urug Berlapis)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pemendamam pada areal tertentu.

2.4. Arang dan Arang Briket

Arang adalah residu yang sebagian besar komponennya adalah karbon yang terjadi karena peruraian akibat perlakuan panas (Arif, 1995). Sedangkan menurut Soeparno (1999) dalam Aida (1999) adalah residu yang berbentuk padat hasil dari pembakaran kayu pada kondisi yang terkontrol. Proses pemurnian lebih lanjut akan menghasilkan karbon aktif yang banyak dimanfaatkan dalam bidang farmasi sedang proses pemampatan akan menghasilkan arang briket.

Arang briket adalah briket kayu yang diolah menjadi arang dengan proses distilasi. Pada industri perkayuan arang briket dibuat dari serbuk gergaji melalui proses pemampatan sehingga dihasilkan briket atau yang dikenal pula sebagai ogalith. Briket yang diperoleh selanjutnya diolah dengan proses distilasi kering

menjadi arang briket. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan arang briket umumnya berupa arang atau kayu ukuran kecil yang diperoleh dari limbah industri penggergajian atau industri perkayuan lain.

2.5. Proses Pembuatan Arang

Proses pembuatan arang sangat beragam, dimulai dari yang sederhana dengan cara membakar kayu pada sebuah timbunan tanah sampai dengan yang menggunakan alat yang berupa *retort* (dapur pengarangan) yang terbuat dari logam anti karat. Ada tiga cara pembuatan arang yang umum dilakukan (Anonymous, 1976), yaitu:

1. Cara Sederhana atau Tradisional

Cara ini banyak dilakukan di pedesaan karena biaya produksinya murah dan prosesnya sederhana. Proses pembuatan dilakukan dengan sistem lubang atau timbunan, yaitu membakar biomas yang dijadikan arang di dalam timbunan tanah. Fungsi timbunan tanah adalah untuk membatasi jumlah oksigen. Arang yang dihasilkan umumnya hanya dimanfaatkan untuk konsumsi bahan bakar rumah tangga karena kualitas dan rendemennya rendah.

2. Kiln

Cara ini digunakan untuk pembuatan arang dengan tujuan komersil (perdagangan). Kapasitas produksi pengolahan bervariasi tergantung pada volume kiln, yaitu: 150 kg - 30.000 kg arang untuk satu kali pembakaran. Suhu pengarangan yang dapat dicapai 400 - 1000°C dengan waktu pengolahan 2 - 30 hari. Tipe kiln

dibedakan menurut bentuk dan bahan konstruksinya, misalnya : tanah liat atau batu, kiln kubah, atau empat persegi panjang.

3. Distilasi destruktif

Alat - alat yang digunakan adalah *retort* atau oven. Sistem pemanasan dilakukan di luar atau di dalam. Pemanasan di dalam dilakukan dengan menggunakan sirkulasi gas panas yang *inert* (tidak bereaksi). Suhu pemanasan antara 400 - 500°C, waktu pengolahan 20- 30 jam. Arang yang dihasilkan berbentuk batangan atau serbuk.

Stain dan Harris dalam Arif (1995) menyebutkan bahwa ada empat cara pembuatan briket arang yaitu:

1. Pengempaan serbuk kayu menjadi briket disusul dengan karbonisasi pada tekanan sedang.
2. Pengempaan dan karbonisasi serbuk kayu secara serentak.
3. Pengempaan campuran arang dan serbuk kayu menjadi briket disusul dengan karbonisasi.
4. Pengempaan campuran arang dan bahan perekat menjadi briket disusul dengan pengeringan dan kadang-kadang dikarbonisasikan kembali.

Reaksi yang terjadi pada proses pembuatan arang merupakan reaksi eksotermis, yaitu jumlah panas yang dikeluarkan lebih besar dibandingkan dengan jumlah panas yang diperlukan. Awal terjadinya reaksi eksotermis pada pembuatan

arang terjadi pada saat proses pengarangan mencapai suhu 270°C , dimana pada suhu ini terjadi perubahan pada unsure - unsur kimia kayu dan mulai terbentuk arang.

Haygreen dan Bowyer (1989) dalam Arif (1999) mengemukakan bahwa pirolisis adalah proses pengolahan kayu atau bahan-bahan organik yang lain secara thermal tanpa adanya zat asam. Proses ini semula dinamakan penyulingan yang merusak dan di masa yang lampau telah digunakan untuk memproduksi arang kayu, asam asetat, dan methanol. Produk padat yang dihasilkan adalah arang kayu, cairan minyak kompleks yang berat yang agak serupa dengan minyak bahan bakar berat.

2.6. Penggunaan Arang

Penggunaan arang tidak terbatas sebagai bahan bakar tapi arang juga digunakan dalam bidang industri. Penggunaan arang dalam industri ini antara lain penggunaan arang hitam dalam pembuatan besi, silikon, timah dan arang aktif (Anonymous, 1976). Arang digunakan untuk keperluan industri kimia yaitu digunakan untuk karbon aktif, karbon monoksida, elektroda gelas, campuran resin obat - obatan, makanan ternak, karet dan lain - lain. Earl (1974) dalam Aida (1999) mengemukakan beberapa kegunaan penting arang, yaitu :

1. Sebagai bahan bakar rumah tangga.

Arang digunakan untuk pemanas ruangan dan memasak karena arang kayu tidak berasap dan hampir sama sekali bebas abu. Arang juga dapat dipergunakan

untuk memanggang karena diyakini mampu memberikan aroma yang khas dan tidak ditemukan adanya zat yang beracun pada asap yang dihasilkan oleh arang.

2. Sebagai bahan bakar untuk industri.

Arang, sebagai bahan bakar untuk industri, dapat digunakan untuk proses pengeringan langsung (tembakau) dan sebagai bahan bakar internal untuk industri semen (kurang lebih 1 ton arang diperlukan untuk membuat empat ton semen).

3. Sebagai bahan peleburan logam (*metal extraction*).

Hal ini dapat digambarkan sebagai berikut : arang mempunyai komponen pereduksi yang kuat (*strong reducing properties*), sebagai contoh ketika arang dipanaskan dengan bijih besi (yang mengandung oksida logam dan sulfida) kandungan karbon yang ada di dalam arang akan segera bereaksi dengan oksigen dan sulfur. Hal inilah yang akan memudahkan terjadinya peleburan logam.

4. Penggunaan lain-lain.

Penggunaan lain - lain dari arang antara lain untuk kembang api, bubuk mesiu, plastik, produksi karet, bahan untuk menggambar, dan bahan makanan ternak. Arang serbuk gergaji digunakan dalam bidang pertanian (Anonymous, 2001). Arang serbuk gergaji ini mempunyai manfaat yaitu dapat meningkatkan pH tanah, memperbaiki aerasi akar tanaman, meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat air dan dapat meningkatkan tingkat pergantian unsur K dan Mg.

2.7. Standar Kualitas Arang

Penggunaan arang baik sebagai bahan bakar maupun sebagai bahan penolong dalam industri memerlukan standar kualitas tertentu. Kualitas arang dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan proses pengolahannya. Ada tiga faktor utama yang mempengaruhi hasil arang (Anonymous, 1985) yaitu:

1. Kadar air bahan baku pada waktu pengkarbonan.
2. Tipe alat yang digunakan.
3. Pengawasan pada saat proses berjalan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas arang kayu adalah jenis kayu yang digunakan sebagai bahan baku, cara dan proses pengolahannya. Penetapan kualitas arang briket sama halnya dengan arang batangan yaitu yang dilakukan terhadap rendemen arang briket, sifat fisika arang briket seperti; kadar air, berat jenis dan nilai kalor serta sifat kimianya seperti: kadar abu, kadar zat terbang (mudah menguap) dan kadar karbon terikat. Standar pembandingan yang digunakan dalam pengujian kualitas arang briket adalah standar Jepang dan Inggris.

Tabel 2.3. Standar kualitas arang briket						
	A	B	C	D	E	F
Standar Jepang	6	3-6	25-30	60-80	1-1,2	6000-7000
Standar Inggris	3,5	8,26	16,41	75,33	-	7289
Sumber : Soeparno (1999)						

Keterangan :

A : Kadar air (%)

B : Kadar abu (%)

C : Kadar zat mudah menguap (%)

D : Kadar karbon terikat (%)

E : Berat jenis

F : Nilai kalor (kal/gram)

1. Rendemen

Nilai rendemen dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan pembuatan arang. Rendemen yang tinggi menunjukkan adanya proses karbonasi arang yang kurang sempurna karena kayu atau bahan baku lainnya belum seluruhnya berubah menjadi arang sehingga kualitasnya kurang bagus, dalam hal ini nilai kalornya rendah, sebaliknya rendemennya yang terlalu kecil, dari segi ekonomi tidak menguntungkan dan juga berpengaruh pada kekerasan arang. Arang yang terlalu matang mempunyai sifat rapuh sehingga mudah pecah. Nilai rendemen arang dari jenis-jenis kayu Indonesia sangat bervariasi yaitu antara 21,1 - 40,8%. Variasi yang besar ini lebih disebabkan oleh heterogenitas jenis kayu di Indonesia yang cukup besar. Djatmiko dkk (Arif 1995) menyebutkan bahwa rendemen arang briket pada prinsipnya adalah menghitung persentase arang yang dihasilkan dibandingkan dengan berat kayu yang diarangkan.

2. Nilai Kalor

Nilai kalor adalah ukuran kualitas bahan bakar dan biasanya dinyatakan dalam *British Thermal Unit* (BTU) yaitu jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu satu pounds air sebesar 1 °F (biasanya dari 39 °F ke 40 °F). Soenardi (1976) mengemukakan bahwa nilai bakar kayu terutama ditentukan oleh berat jenis dan kadar air kayu, tetapi berubah-ubah juga karena kadar lignin dan ekstraktif, seperti resin dan tanin. Soenardi juga menyebutkan bahwa panas pembakaran adalah panas

(dalam BTU) yang diperoleh jika membakar satu pound kayu kering tanur. Panas sesungguhnya yang dihasilkan pada pembakaran kayu basah lebih rendah dibandingkan nilai pembakaran tersebut di atas, sebab sebagian panas dipakai untuk mengeluarkan air dan menguapkannya.

Besar nilai panas ini dipengaruhi antara lain oleh jenis kayu (spesies kayu daun jarum menunjukkan nilai panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesies kayu daun lebar), tempat tumbuh dan tingkat kekeringan kayunya. Haygreen dan Bowyer (1989) dalam Arif (1995) menyebutkan bahwa semakin tinggi kadar air, maka akan semakin rendah nilai panasnya. Keberadaan resin pada kayu juga akan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan, kayu yang mengandung resin memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu tak beresin.

Tabel 2.4. Nilai kalor rata-rata untuk kayu dan kulit kayu		
Tipe Kayu	Nilai Kalor Kering Tanur (BTU/lb kering)	
	Kayu	Kulit Kayu
Tak beresin	8000-8500	7400-9800
Beresin	8000-9700	8800-10800
Sumber : Corder dalam Haygreen dan Bowyer (1989)		

Winarni (1995) dalam Arif (1995) mengemukakan bahwa nilai kalor arang berhubungan dengan kadar karbon terikat (*fixed carbon*), semakin tinggi kadar karbon terikat akan semakin tinggi pula nilai kalornya, karena setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan kalori.

3. Kadar Air

Haygreen dan Bowyer (1989) dalam Arif (1995) mendefinisikan kadar air kayu sebagai berat air yang dinyatakan sebagai persen berat kayu bebas air atau kering tanur (BKT). Salah satu cara yang paling lazim untuk menentukan kandungan air adalah dengan menimbang sampel basah, mengeringkannya dalam tanur pada suhu 103 ± 2 °C untuk mengeluarkan semua air kemudian menimbangnya kembali. Soeparno (2000) menyatakan bahwa kadar air kayu sangat menentukan kualitas arang yang dihasilkan. Arang dengan nilai kadar air rendah akan memiliki nilai kalor tinggi, arang ini dihasilkan dari jenis kayu maka dalam proses karbonasi kayu akan lebih banyak kalor yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air tersebut menjadi uap sehingga energi yang tersisa dalam arang menjadi lebih kecil.

4. Berat Jenis

Haygreen dan Bowyer (1989) dalam Arif (1995) mendefinisikan berat jenis sebagai perbandingan berat jenis bahan dengan berat jenis air. Berat jenis secara lebih rinci didefinisikan sebagai perbandingan antara kerapatan kayu (atas dasar berat kering tanur dan volume pada kadar air yang telah ditentukan) dengan kerapatan air pada suhu 4 °C karena air memiliki kerapatan 1 gr/cm³ atau 1000 kg/cm³ pada suhu standar tersebut.

Berat jenis arang briket selain dipengaruhi oleh besarnya tekanan yang dikenakan sewaktu proses pembuatan *ogalith*, juga dipengaruhi oleh besarnya berat

didefinisikan sebagai kehilangan berat (selain karena hilangnya air) dari arang yang terjadi pada saat proses pengarangan berlangsung selama 7 menit pada suhu 900 °C pada tempat tertutup, tanpa ada kontak dengan udara luar. Selanjutnya disebutkan bahwa penguapan *volatile matter* ini terjadi sebelum berlangsungnya oksidasi karbon dan kandungan utamanya adalah hidrokarbon dan sedikit nitrogen.

Pada penelitian Arif (1995) mengemukakan bahwa besarnya suhu yang digunakan dalam proses pembuatan arang akan mempengaruhi besarnya kadar zat mudah menguap. Semakin tinggi suhu yang digunakan mengakibatkan semakin rendahnya kadar zat mudah menguap pada arang yang dihasilkan.

7. Kadar karbon terikat (*fixed carbon*)

Soeparno dkk. (1999) dalam Aida (1999) menyatakan bahwa jenis kayu sangat berpengaruh pada besarnya nilai karbon dalam briket, karena perbedaan kandungan kimia dalam jenis kayu. Kandungan selulosa dalam kayu akan mempengaruhi besarnya kadar karbon terikat dalam briket arang. Kadar selulosa yang tinggi akan menyebabkan kadar karbon yang tinggi pula. Hal ini dikarenakan komponen penyusun selulosa sebagian besar adalah karbon. Selanjutnya disebutkan pula bahwa kadar karbon terikat juga merupakan penentu kualitas arang.

Kadar karbon terikat yang tinggi menunjukkan kualitas yang baik, sedangkan kadar karbon terikat yang rendah menunjukkan kualitas arang yang kurang begitu baik.

2.10. Rancangan Penelitian

Untuk mengetahui kebenaran hipotesis tersebut, maka disusun rencana penelitian dengan menetapkan faktor-faktor penelitian sebagai berikut:

1. Faktor pertama adalah besar tekanan (T), terdiri atas tiga tekanan yaitu:

T1 = 815 psi (3000 pounds)

T2 = 1087 psi (4000 pounds)

T3 = 1359 psi (5000 pounds)

2. Faktor kedua adalah bahan yaitu serbuk gergaji

Masing-masing perlakuan menggunakan ulangan sebanyak tiga kali sehingga dalam penelitian ini dibutuhkan contoh uji sebanyak $(3 \times 3 \times 3)$, yaitu 27 sampel.

Data yang diperoleh diuji dengan analisis varians untuk mengetahui adanya interaksi antara kedua faktor yang diteliti yaitu faktor tekanan kempa dan bahan serbuk gergaji. Apabila analisis varians tidak menunjukkan adanya interaksi, maka dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh faktor tunggal yang berbeda nyata pada taraf uji 5% dan 1%. Jika diketahui ada faktor yang menyebabkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf uji tersebut, maka dilakukan lanjutan dengan metode *Tukey/HSD (Honestly Significant Difference)*.

Uji lanjut menggunakan metode *Tukey/HSD* tersebut dilakukan untuk mengetahui pada bagian mana yang berbeda nyata antara faktor perlakuan dan bahan sampel perlakuan pada taraf signifikan 5% dan 1% terhadap kualitas arang briket.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan pelaksanaan

Tahapan penelitian pemanfaatan serbuk gergaji sebagai arang briket adalah sebagai berikut:

- a. Serbuk gergaji yang di dapat dari limbah penggergajian kayu.
- b. Sampel sebanyak 50 gram untuk masing-masing variasi tekanan.
- c. Sistem pengempaan (*Press*) pembuatan ogalith menggunakan 3 variasi tekanan : 815 psi, 1087 psi dan 1359 psi.
- d. Pengarangan dilakukan dengan pembakaran ogalith menggunakan tungku.
- e. Pengujian kualitas arang briket mencakup rendemen, sifat fisik dan kimia.
- f. Pengujian rendemen ada 3 yaitu ogalith serbuk, arang ogalith dan arang ampas.
- g. Pengujian sifat fisik mencakup nilai kalor dan kadar air.
- h. Pengujian sifat kimia mencakup kadar abu, volatil (kadar zat mudah menguap) dan kadar karbon terikat.

3.2. Bahan penelitian:

Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Serbuk gergaji yang didapat dari limbah penggergajian kayu.
- b. Bahan bahan kimia yang digunakan untuk pengujian nilai kalor, yaitu: natrium karbonat, asam benzoat, dan indikator *methyl orange*.
- c. Aquadest untuk pengujian nilai kalor.
- d. Kawat nikel dan benang.
- e. Oksigen murni 99,5 %.
- f. Parafin untuk pengujian berat jenis.

3.3. Alat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat untuk mencetak untuk mencetak ogalith, mengarangkan ogalith dan pengujian arang briket.

- Alat pencetak ogalith

Berupa alat kempa yang dilengkapi dengan pemanas tipe *carver* 2101 *Laboratory Press*, model C seri no 24000.438 untuk menekan bahan (serbuk gergaji) menjadi ogalith dan alat pencetak ogalith berbentuk silinder besi berdiameter 5,5 cm.

- Alat pengarangan ogalith sangat modern dengan cara pembakaran dengan bahan bakar minyak tanah dan kompresor di UGM Teknologi Hasil Hutan.
- Kantong Plastik.
- Alat pengukur suhu (*Thermokoppel*).
- Gergaji tangan kecil untuk memotong contoh uji arang briket.
- Alat penguji sifat fisika - kimia arang briket.
- Jarum sebagai alat bantu untuk mencelupkan contoh uji berat jenis arang briket ke dalam parafin dan air.
- Gelas piala 100 mL, digunakan untuk pengukuran berat jenis arang briket.
- Oksigen bom kalori meter merk *Gallen Kamp Autobomb* no G 4940, digunakan untuk pengujian nilai kalor arang briket.
- Tabung gas oksigen, digunakan untuk mengalirkan oksigen pada pengujian nilai kalor arang briket.
- Erlenmeyer 50 mL, digunakan untuk menampung larutan indikator *methyl orange*.
- Pipet, digunakan untuk meneteskan larutan indikator *methyl orange*.
- Biuret 50 mL, digunakan pada pengukuran hasil titrasi asam yang terjadi pada pengujian nilai kalor arang briket.
- Gelas piala 100 mL, digunakan untuk menampung hasil titrasi asal dalam pengujian nilai kalor.

- Cawan porselen beserta tutupnya untuk pengujian kadar air, kadar abu, berat jenis dan kadar zat mudah menguap arang briket.
- Oven merk *Gallen Kamp* untuk mengeringkan contoh uji kadar air dan berat jenis arang briket.
- Desikator untuk mengkondisikan contoh uji kadar air, kadar abu, berat jenis dan kadar zat mudah menguap setelah dikeringkan dalam oven.
- Dapur pengabuan (*Thermolyne*) merk *Uchida* maks. 1200 ° C digunakan untuk pengujian kadar zat mudah menguap, kadar abu dan kadar karbon terikat.
- Timbangan listrik merk *Ohaus*, dengan ketelitian 10 gram, digunakan untuk menimbang serbuk, ogalith dan contoh uji pada pengujian sifat fisik dan sifat kimia arang briket.
- Kertas label untuk memberi kode pada contoh uji arang briket.
- Alat tulis dan kalkulator.

3.4. Pembuatan briket (ogalith)

- a. Serbuk yang telah ditimbang dengan berat sampel serbuk gergaji 50 gr. kemudian dimasukkan dan disusun kedalam cetakan sambil ditekan dan diratakan agar diperoleh susunan serbuk dengan kerapatan yang merata.
- b. Alat pencetakan dipasang pada alat kempa dan kemudian ditekan pada kondisi panas tekanan 250°C dengan waktu kempa 15 menit (Soeparno

1993) dalam Arif (1995). Adapun besarnya tekanan kempa diantaranya 815 psi, 1087 psi, 1359 psi (3000, 4000 dan 5000 Pounds).

- c. Briket dikeluarkan (diambil) setelah ditunggu selama kurang lebih 15 menit hingga cetakan dingin, maka akan dihasilkan briket serbuk gergaji yang disebut ogalith.

3.5. Pengarangan

- a. Briket serbuk gergaji (*ogalith*) disusun pada dapur pengarangan (*retort*). Lamanya pengarangan empat jam dan mengusahakan agar panas dalam *retort* merata.
- b. Setelah pengarangan berlangsung selama empat jam dan asap sudah tidak keluar lagi dari *retort*, maka pengarangan pada dapur *retort* dihentikan.
- c. *Retort* ditunggu sampai keadaan dingin selama kurang lebih 24 jam, sehingga bara yang ada dalam arang briket mati.
- d. Arang dikeluarkan dari *retort* dan diangin - anginkan ditempat terbuka agar kondisinya seimbang dengan lingkungan sekitarnya.

- Hasil pengamatan selengkapnya kemudian dimasukkan kedalam rumus berikut ini untuk mencari nilai kalornya : $t = t_2 - t_1$

a.2. Kadar air.

Prosedur pengujiannya dilakukan dengan cara mengambil sebagian dari contoh uji arang briket dan menimbanginya seberat dua gram sebagai berat mula – mula (a). Cuplikan tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama kurang lebih 2 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Prosedur ini diulang beberapa kali sampai diperoleh berat konstan (b).

Perhitungan kadar air arang sebagaimana disebutkan dalam **ASTM D 1762 – 84** dirumuskan sebagai berikut:

$$Kadar.air(\%) = \frac{(a - b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan : a = berat arang (sampel) kering udara (gram).

b = berat arang (sampel) setelah dikeringkan pada suhu 105°C (gram).

dingin terlebih dahulu dalam tanur. Selanjutnya, setelah terlebih dahulu dimasukkan ke dalam desikator, contoh uji ditimbang. Jika masih terdapat bagian berwarna putih, maka pengujian harus diulangi.

Perhitungan kadar zat mudah menguap (*volatile matter*) menurut Djatmiko,dkk (1981) adalah sebagai berikut:

$$Kadar.zat.mudah.menguap(\%) = \frac{B - C}{B} \times 100\%$$

Keterangan : B = berat sampel setelah dikeringkan pada suhu 105°C (gram)

C = berat sampel setelah dikeringkan pada suhu 900°C (gram)

b.3. Kadar karbon terikat (*fixed carbon*). Kadar karbon terikat adalah fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu dan zat mudah menguap dan air. Perhitungan kadar karbon terikat sebagaimana disebutkan oleh Earl (1976) adalah sebagai berikut:

$$Kadar.karbon.terikat.(\%) = 100\% - (Ka + Vm + Abu)\%$$

Keterangan : Ka = kadar air (%)

Vm = kadar zat mudah menguap (*Volatile matter*) (%)

Abu = Kadar abu (%)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1. Hasil Pengujian Nilai Kalor Briket

Penelitian mengenai pengujian nilai kalor dari hasil pembakaran sampel briket serbuk gergaji yang dilakukan di Laboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Universitas Gajah Mada adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Nilai Kalor Dari Hasil Pembakaran Briket

TEKANAN (psi)	NILAI KALOR (KAL/GRAM)	RATA-RATA (KAL/GRAM)
815 (1)	7754,19	7203,32
815 (2)	6784,46	
815 (3)	7071,30	
1087 (1)	8465,60	8067,32
1087 (2)	7288,84	
1087 (3)	8447,53	
1359 (1)	8296,40	7942,79
1359 (2)	7854,55	
1359 (3)	7677,41	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2007

Dari data di atas kemudian dilakukan analisis varians dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2. Analisis Varians Nilai Kalor

Sumber Variasi	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	1308826,192	2	654413,096	2,4406352	0,1676544
Error	160879,72	6	268132,2866		
Total	2917619,912	8			

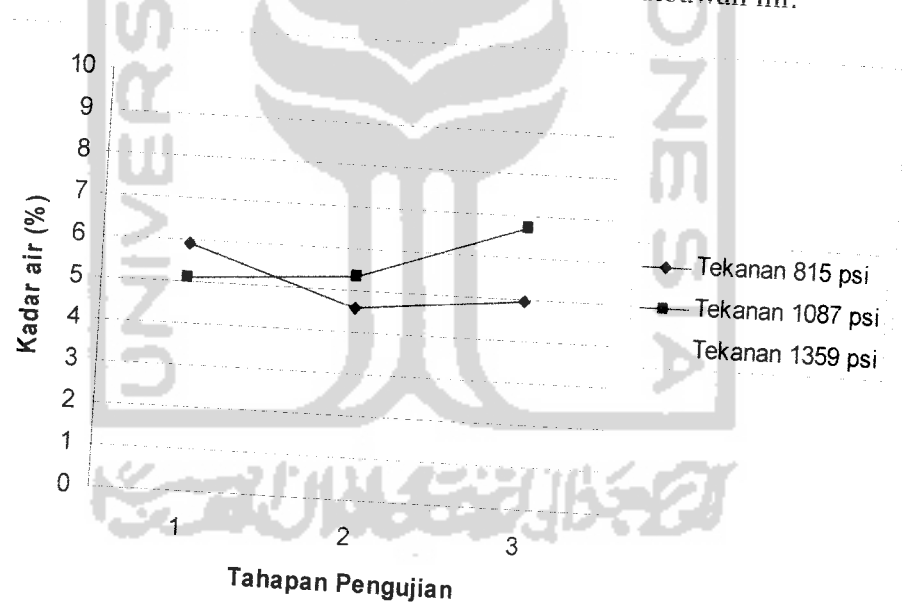
Dari data di atas kemudian dilakukan analisis varians dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.4. Analisis varians kadar air

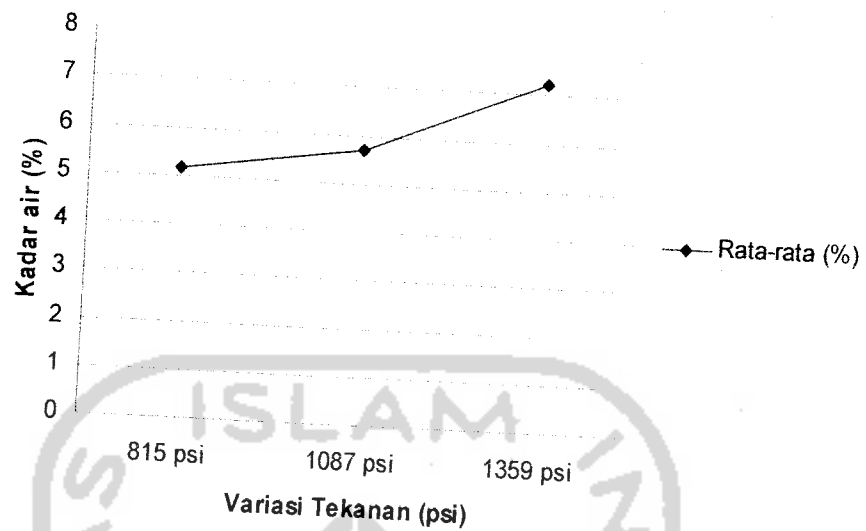
Sumber variasi	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	6,956822222	2	3,478411111	2,78885197	0,1391831
Error	7,483533333	6	1,247255556		
Total	14,44035556	8			

Hasil analisis varians pada tabel 4.4 memperlihatkan bahwa interaksi faktor-faktor yang diteliti mempunyai pengaruh yang sangat tidak nyata pada taraf signifikan.

Adanya pengaruh interaksi faktor tekanan yang digunakan terhadap nilai kadar air arang briket dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti tercantum pada gambar 4.3 dan nilai rata-rata kadar air pada gambar 4.4 dibawah ini:



Gambar 4.3. Grafik nilai kadar air



Gambar 4.4. Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap kadar air

4.1.3. Hasil Pengujian Kadar Abu Briket

Briket yang selesai dibakar akan menjadi abu. Setelah pembakaran briket, abu selanjutnya ditimbang untuk mengetahui berat kadar abu. Kadar abu dari aplikasi pembakaran briket di laboratorium Energi Kayu, Jurusan teknologi Hasil Hutan, Universitas Gajah Mada sebagai berikut:

Tabel 4.5. Nilai kadar abu dari hasil pembakaran briket

TEKANAN (psi)	BERAT CAWAN (GRAM)	BERAT SAMPSEL (GRAM)	BERAT AWAL (GRAM)	BERAT AKHIR (GRAM)	KADAR ABU (%)	RATA- RATA (%)
815 (1)	30,85	2,02	32,86	30,87	1,14	1,03
815 (2)	32,67	1,99	34,66	32,68	0,5	
815 (3)	31,89	2,02	33,20	31,20	1,43	
1087 (1)	30,89	2,02	32,90	30,91	1,04	0,75
1087 (2)	32,02	2,00	34,02	32,03	0,4	
1087 (3)	30,42	1,99	32,42	30,44	0,8	
1359 (1)	29,04	1,99	31,03	29,05	0,55	0,87
1359 (2)	31,78	1,99	33,78	31,80	0,95	
1359 (3)	30,83	2,00	32,83	30,85	1,1	

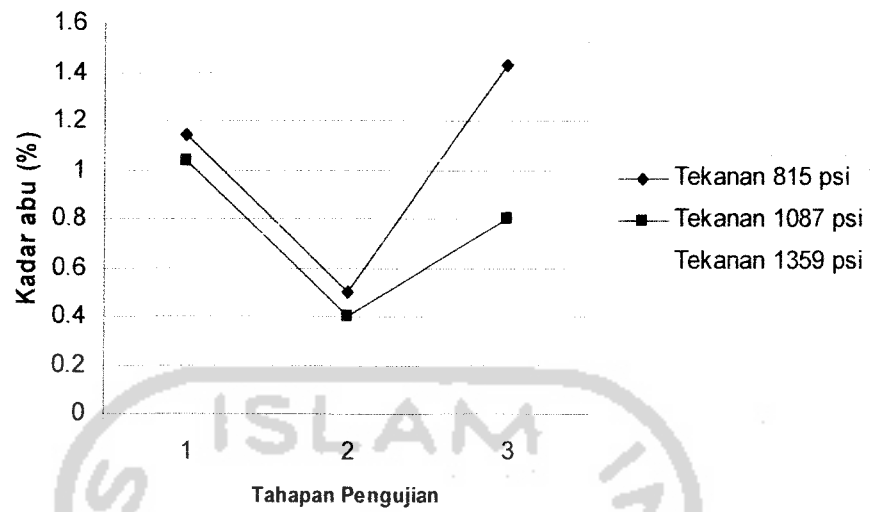
Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2007

Tabel 4.6. Analisis varians kadar abu

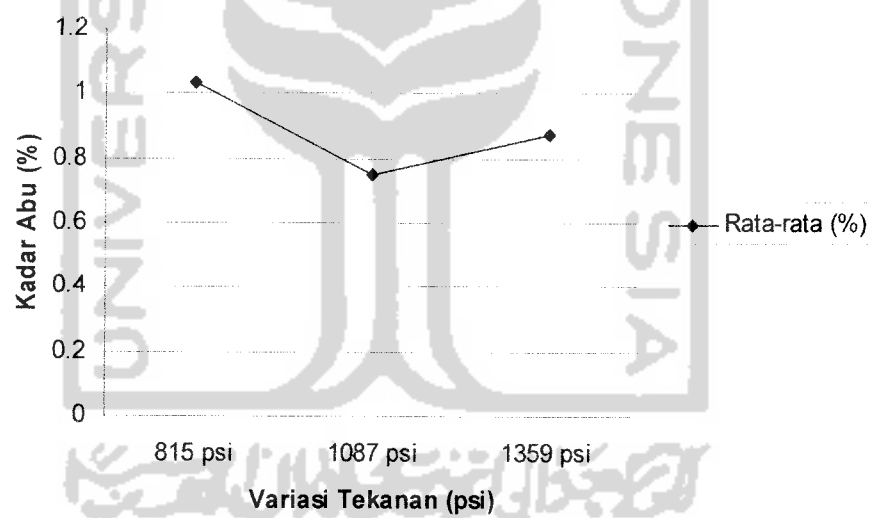
Sumber Variasi	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	0,115488889	2	0,057744444	0,42067347	0,6745729
Error	0,8236	6	0,137266667		
Total	0,939088889	8			

Hasil analisis varians pada Tabel 4.6 memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap nilai kadar air arang briket. Hal ini juga terlihat pada faktor tekanan kempa dan bahan atau sampel yang berpengaruh tidak nyata terhadap kadar abu arang briket.

Adanya pengaruh interaksi faktor tekanan yang digunakan terhadap nilai kadar abu arang briket dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti tercantum pada gambar 4.5 dan nilai rata-rata kadar abu pada gambar 4.6 dibawah ini:



Gambar 4.5. Grafik nilai kadar abu



Gambar 4.6. Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap kadar abu

4.1.4. Hasil Pengujian Kadar Zat Menguap Briket

Penelitian mengenai pengujian kadar zat menguap dari hasil penelitian arang briket serbuk gergaji yang dilakukan di laboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Universitas Gajah Mada adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7. Nilai zat menguap dari hasil pembakaran briket

TEKANAN (psi)	BERAT CAWAN (GRAM)	BERAT SAMPEL (GRAM)	BERAT AWAL (GRAM)	BERAT AKHIR (GRAM)	KEHILANGAN BERAT (%)	KADAR ZAR MENGUAP (%)	RATA- RATA (%)
815 (1)	30,85	2,02	32,86	32,26	29,66	23,76	27,51
815 (2)	32,67	1,99	34,66	33,97	31,65	30,06	
815 (3)	31,89	2,02	33,20	32,51	33,66	28,69	
1087 (1)	30,89	2,02	32,90	32,10	39,95	34,84	24,25
1087 (2)	32,02	2,00	34,02	33,49	26,69	21,37	
1087 (3)	30,42	1,99	32,42	31,95	23,23	16,53	
1359 (1)	29,04	1,99	31,03	30,68	17,67	8,78	9,67
1359 (2)	31,78	1,99	33,78	33,44	17,00	11,29	
1359 (3)	30,83	2,00	32,83	32,51	16,03	8,93	

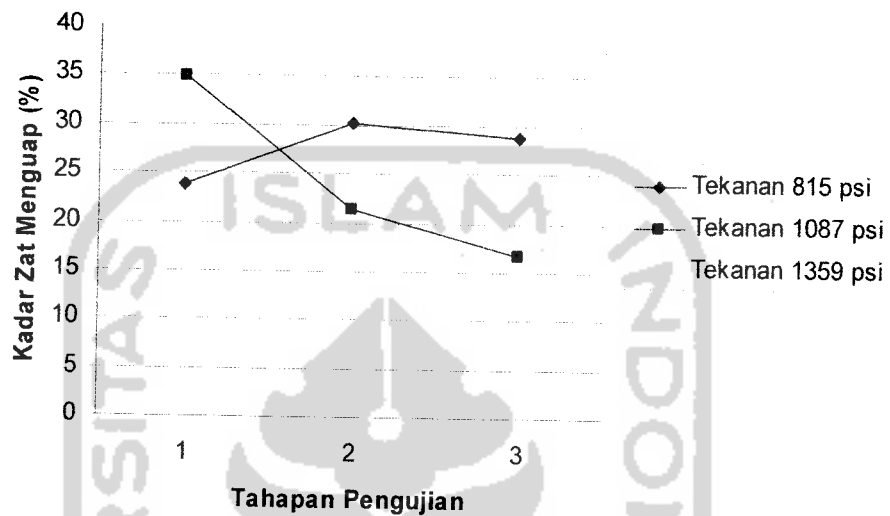
Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2007

Tabel 4.8. Analisis varians kadar zat menguap

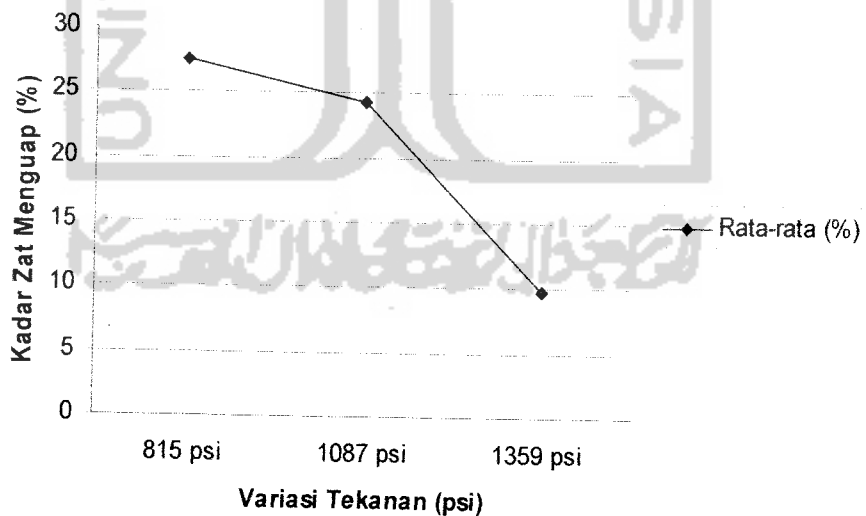
Sumber variasi	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	541,3289556	2	270,6644778	7,88487823	0,020936
Error	205,9622	6	34,32703333		
Total	747,2911556	8			

Hasil analisis varians pada Tabel 4.8 memperlihatkan bahwa interaksi antara faktor tekanan kempa terhadap nilai kadar air arang briket. Hal ini juga terlihat pada faktor tekanan kempa dan bahan atau sampel yang berpengaruh nyata terhadap kadar zat menguap arang briket.

Pengaruh interaksi faktor tekanan yang digunakan terhadap nilai zat menguap arang briket dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti tercantum pada gambar 4.7 dan nilai rata-rata kadar zat menguap pada gambar 4.8 dibawah ini:



Gambar 4.7. Grafik nilai kadar zat menguap



Gambar 4.8. Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap kadar zat menguap

4.1.5. Hasil Pengujian Kadar Karbon Terikat Briket

Penelitian mengenai pengujian kadar karbon terikat dari hasil penelitian arang briket serbuk gergaji yang dilakukan di laboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Universitas Gajah Mada adalah sebagai berikut:

Tabel 4.9. Nilai karbon terikat dari hasil pembakaran briket

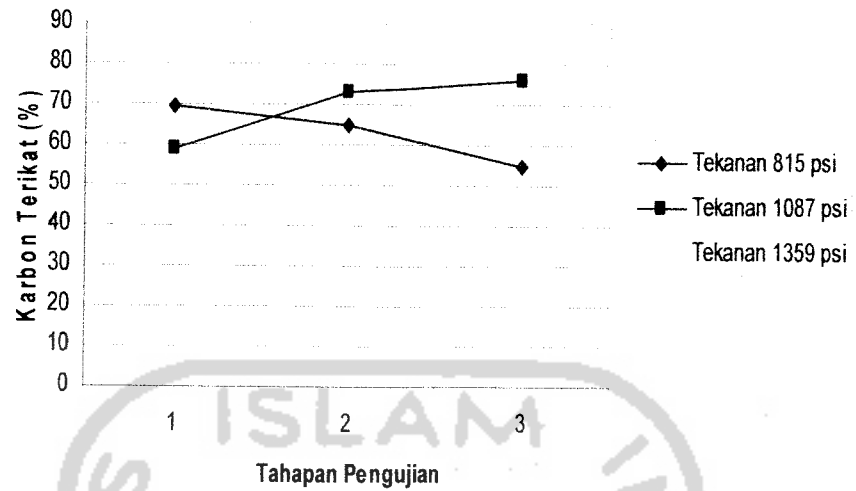
TEKANAN (psi)	KARBON TERIKAT (%)	RATA-RATA (%)
815 (1)	69,2	66,32
815 (2)	64,85	
815 (3)	54,91	
1087 (1)	59,01	69,29
1087 (2)	72,91	
1087 (3)	75,97	
1359 (1)	81,78	82,23
1359 (2)	82,05	
1359 (3)	82,87	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2007

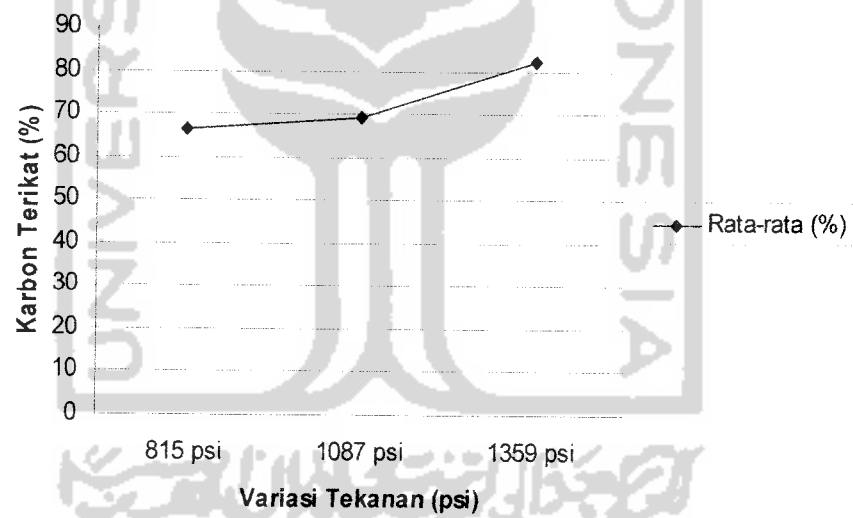
Tabel 4.10. Analisis varians kadar karbon terikat

Sumber Variasi	JK	db	KT	F hitung	Sig.
Tekanan	577,6076222	2	288,8038111	6,38570689	0,032656
Error	271,3596	6	45,2266		
Total	848,9672222	8			

Adanya Pengaruh interaksi faktor tekanan yang digunakan terhadap nilai kadar karbon terikat arang briket dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti tercantum pada gambar 4.9 dan nilai rata-rata karbon terikat pada gambar 4.10 dibawah ini:



Gambar 4.9. Grafik kadar karbon terikat



Gambar 4.10. Pengaruh interaksi antara tekanan terhadap karbon terikat

4.2. Pembahasan

4.2.1. Sifat Fisik Arang Briket

4.2.1.1. Kadar Air

Kadar air hasil penelitian berkisar antara 4,59% - 7,10%. Hasil penelitian tersebut berbeda jauh dengan kadar air arang briket pada penelitian Arif (1995), dimana dalam penelitiannya diperoleh arang briket dengan kadar air 1,25% - 4,01%. Kadar air arang briket ini relatif cukup kecil dan tidak dapat memenuhi persyaratan standar air arang yang ditentukan oleh Jepang maupun Inggris.

Kisaran kadar air ini terjadi karena arang briket memiliki sifat higroskopis yang akan menyerap air dari udara disekelilingnya selama proses pendinginan di dalam *retort* selama kurang lebih 24 jam setelah proses karbonisasi. Pada arang tradisional kadar airnya lebih tinggi (5% - 10%), jika arang memiliki kadar lebih dari 15% (kadar air seimbang dari arang) berarti arang tersebut sengaja dibasahi untuk menipu konsumen karena jual beli arang dalam satuan berat (Soeparno 1992). Hal ini membuktikan bahwa perlakuan setelah proses karbonisasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap kualitas arang briket dalam hal ini kadar air.

Dari hasil analisa varians terlihat faktor tekanan dan interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air arang briket. Jenis kayu dalam hal ini kadar airnya akan mempengaruhi kualitas arang briket yang dihasilkan.

4.2.1.2. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas arang briket apabila digunakan sebagai bahan bakar. Nilai kalor hasil penelitian berkisar antara 6784,46 kal/gram - 8465,60 kal/gram. Nilai kalor terendah pada tekanan 3000 pond uji sampel kedua (panas tekanan 250°C dengan waktu kempa 15 menit) dan tertinggi pada tekanan 1087 psi (4000 pounds) uji sampel pertama. Apabila dibandingkan dengan standar jepang maka briket hasil penelitian tersebut dapat memenuhi standar, namun bila dibandingkan dengan standar Inggris maka arang briket hasil penelitian tidak seluruhnya memenuhi. Hal ini sangat penting mengingat nilai kalor adalah syarat utama untuk arang industri.

Analisis varians menunjukkan faktor tekanan berpengaruh tidak nyata pada taraf signifikasi. Faktor tekanan 815 psi (3000 pounds) menghasilkan dengan nilai kalor 6784,46 kal/gram, tekanan 1087 psi (4000 pounds) menghasilkan dengan nilai kalor 7288,84 kal/gram, tekanan 1359 psi (5000 pounds) menghasilkan dengan nilai kalor 7854,55 kal/gram. Hasil diatas menunjukkan semakin besar tekanan yang digunakan menyebabkan kenaikan berat jenis arang briket, semakin tinggi berat jenis maka nilai kalornya juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Soeparno (1993) dalam Aida (1999) yang menegaskan selain jenis kayu yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan arang briket, nilai kalor juga dipengaruhi oleh berat jenisnya. Kayu yang mengandung resin memiliki nilai kalor yang lebih tinggi karena resin memiliki nilai kalor hampir dua kali nilai kalor kayu.

4.3.1 Sifat Kimia Arang Briket

4.3.1.1. Kadar Abu

Kadar abu merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan kualitas arang briket. Pada penelitian Aida (1995) menyebutkan bahwa arang yang berkualitas baik ditandai dengan adanya kadar abu rendah. Pada penelitian ini dihasilkan arang briket dengan nilai kadar abu rata-rata 0,75% -1,03%. Kadar abu ini relatif kecil bila dibandingkan dengan kadar abu yang dihasilkan pada penelitian Arif (1995) yang menghasilkan arang briket dengan kadar abu 8,59% -13,17% hal itu juga diperkuat perbedaan komposisi bahan yang digunakan. Besarnya kadar abu yang diperoleh dari penelitian berkisar antara 0,40% - 1,43%. Nilai terendah pada tekanan 1087 psi (4000 pounds) uji sampel kedua dan tertinggi pada tekanan 815 psi (3000 pounds) uji sample ketiga. Besarnya kadar abu merupakan salah satu indikator kualitas arang briket. Nilai kadar abu yang relatif tinggi yang disebabkan oleh tercampurnya kulit kayu dalam bahan baku briket arang, hal ini tidak dapat dihindari karena bahan baku yang digunakan berupa serbuk gergajian yang berasal dari limbah penggergajian.

Hasil analisa varians menunjukkan faktor tekanan dan komposisi bahan yang digunakan maupun interaksi antara keduanya menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata. Selanjutnya pada uji lanjut semua faktor tekanan yang diteliti menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai rata - rata abu paling tinggi yaitu 1,03% pada tekanan

3000 pounds kemudian turun pada variasi tekanan 4000 pounds yaitu nilai rata - rata 0,75%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soeparno (2000) yang menyebutkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas arang briket adalah jenis kayu.

Pengaruh jenis kayu ini terutama didasarkan pada jumlah mineral yang berbeda-beda untuk tiap - tiap jenis kayu. Brown dkk (1952) dalam Aida (1999) berpendapat bahwa besarnya kadar abu dipengaruhi oleh garam - garam karbonat, sulfat, fosfat, dan silikat dari kalium, kalsium dan magnesium yang terkandung dalam kayu dan dipengaruhi oleh lokasi tanah tumbuh.

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa tekanan 3000 pounds memberikan nilai rata-rata kadar abu paling tinggi. Kadar abu yang tinggi pada arang briket yang dibuat dari serbuk gergaji juga disebabkan karena zat ekstraktif kayu jati lebih besar. Kadar ekstraktif yang tinggi cenderung menghasilkan kadar abu yang tinggi pula karena pada proses pembakaran ekstraktif lebih banyak menghasilkan abu. Tingginya kadar abu pada arang briket yang terbuat dari serbuk gergaji jati juga disebabkan kayu jati banyak mengandung zat kapur.

4.3.1.2. Kadar Zat Menguap

Kadar zat menguap arang briket pada penelitian ini berkisar antara 9,67% - 27,51% nilai tersebut merupakan nilai rata - rata. Kadar zat menguap yang dihasilkan pada penelitian ini tidak seluruhnya dapat memenuhi standar Jepang (25% - 30%) dan Standar Inggris (16,41%).

Dari hasil analisis varians, faktor tekanan serta interaksi antara keduanya menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata. faktor tekanan yang diteliti menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Semakin tinggi tekanan yang digunakan maka semakin rendah kadar zat menguap yaitu dari 27,51% pada tekanan 815 psi (3000 pounds), 24,25% pada tekanan 1087 psi (4000 pounds) dan 9,67% pada tekanan 1359 psi (5000 pounds). Ukuran serbuk yang lebih besar menghasilkan arang briket dengan kadar zat menguap paling tinggi, sedangkan ukuran serbuk apa adanya menghasilkan arang briket dengan zat menguap paling rendah. Besarnya kadar zat menguap tersebut berkaitan dengan proses karbonisasi yang berlangsung, dimana proses karbonisasi yang sempurna akan menghasilkan arang briket dengan kadar zat menguap yang rendah.

Serbuk dengan ukuran yang lebih kecil cenderung menghasilkan arang briket dengan kadar zat menguap yang lebih rendah, hal ini dapat terjadi karena proses karbonisasi pada serbuk dengan ukuran yang lebih kecil lebih mudah karena serbuk dengan ukuran kecil mempunyai luas permukaan yang lebih besar. Dengan keadaan tersebut proses perambatan panas yang terjadi pada saat karbonisasi menjadi lebih cepat sehingga proses karbonisasinya lebih sempurna.

Sedangkan pada serbuk dengan ukuran besar terdiri atas serbuk gergaji dengan ukuran partikel yang lebih besar sehingga proses karbonisasinya kurang sempurna. Akibatnya kadar zat menguap yang dihasilkan juga cenderung lebih besar dibandingkan arang briket yang dibuat dari serbuk gergaji dengan ukuran kecil. Hasil

ini sesuai dengan penelitian Arif (1995) dimana serbuk dengan ukuran besar cenderung menghasilkan arang dengan kadar zat menguap paling tinggi.

4.3.1.3. Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat mempunyai pengaruh yang cukup penting untuk menentukan kualitas suatu arang karena kadar karbon terikat dalam arang akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kadar karbon terikat dalam suatu arang yang semakin tinggi maka akan semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena setiap ada reaksi oksidasi dari zat karbon yang ada, akan mempertinggi nilai kalornya. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Soeparno (1993) dalam Aida (1999) bahwa besarnya kadar karbon terikat berkorelasi positif terhadap nilai kalor.

Pada penelitian ini dihasilkan arang briket dengan nilai kadar karbon terikat rata - rata berkisar antara 66,32% - 82,23%. kadar karbon terikat arang briket pada penelitian ini tidak seluruhnya dapat memenuhi standar yang ditetapkan oleh Jepang dan Inggris. Dari hasil analisis varians menunjukkan bahwa pada faktor tekanan kempa dan bahan serbuk yang berpengaruh nyata terhadap kadar karbon terikat arang briket.

Besarnya kadar karbon terikat arang briket juga dapat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar zat mudah menguap, dimana semakin rendah kadar zat mudah menguap arang briket maka kadar karbon terikatnya semakin tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pembuatan arang briket dari serbuk gergaji kayu jati dengan faktor variasi tekanan kempa dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Limbah penggergajian kayu berupa serbuk gergaji dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan arang briket.
2. Faktor variasi tekanan kempa tidak berpengaruh nyata terhadap karakteristik sifat arang briket serbuk gergaji.
3. Kadar air arang briket berkisar antara rata-rata 5,16% - 7,23%, nilai kalor 7203,32 kal/gram - 8067,32 kal/gram, kadar abu 0,75% - 1,03%, zat menguap 9,67% - 27,51% dan kadar karbon terikat 66,32 - 82,23%.
4. Nilai kalor merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas arang briket apabila digunakan sebagai bahan bakar. Hal ini sangat penting mengingat nilai kalor adalah syarat utama untuk arang industri.

5.2. Saran

Saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

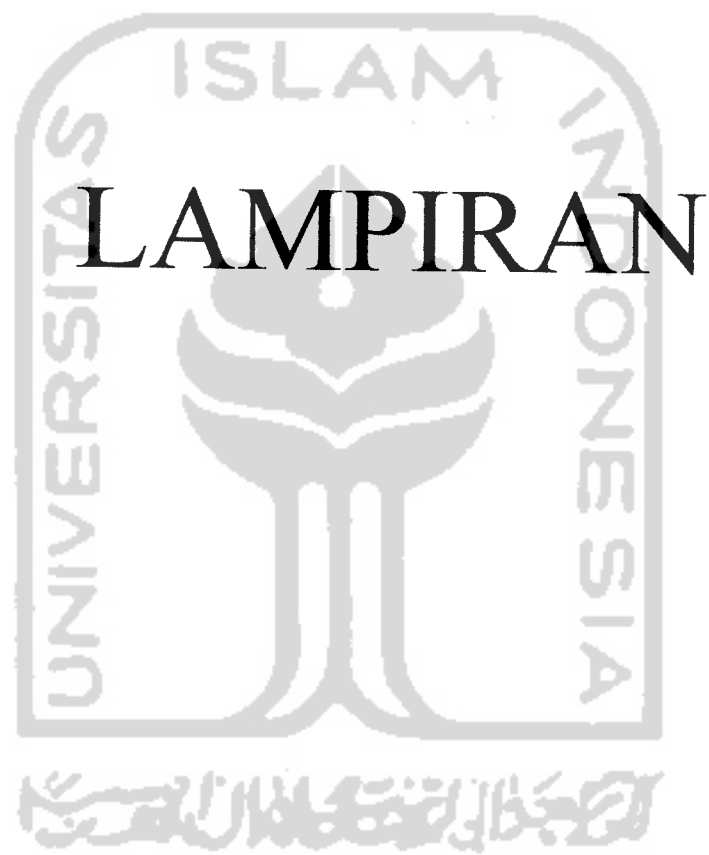
1. Pemanfaatan serbuk gergaji sebagai bahan baku arang briket perlu lebih dimasyarakatkan lagi karena arang briket yang dihasilkan kualitasnya cukup bagus dan merupakan salah satu alternatif untuk memanfaatkan limbah industri penggergajian.
2. Penggunaan tekanan dalam pembuatan ogalith sebaiknya tidak terlalu kecil agar menghasilkan ogalith yang keras dan kompak sehingga akan menghasilkan arang briket yang baik pula.
3. Sumber energi biomassa merupakan salah satu sumber energi alternatif yang perlu mendapat perhatian dari pemerintah Indonesia melihat arti penting sumber energi bagi kehidupan masyarakat.

Daftar Pustaka

1. Anonymous. 1976. *Vedemicum Kehutanan Indonesia*. Departemen Pertanian. Direktorat Jendral kehutanan. Jakarta.
2. Haygreen, J. G., Bowyer, J. L. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
3. Afianto, A 1994. *Pengaruh Perbedaan Jenis Kayu, Ukuran dan Jumlah Serbuk terhadap Rendemen, Fisik dan Nilai kalor Arang Briket*. Fakultas Kehutanan UGM Yogyakarta
4. Soeparno, Harry Praptoyo dan Dicky Iswandaru, 1999. *Pengaruh Jenis Serbuk Kerapatan Ogalit terhadap Rendemen dan Kualitas Briket Arang*. Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
5. Soeparno. 1992. *Pengolahan Arang Secara Sederhana dan Nilai Panas Dari Setiap Kualitas yang Dihasilkan*. Laporan Penelitian. Fakultas Kehutanan UGM dan Dekdibud Yogyakarta. Yogyakarta.
6. _____. 1993. *Pengaruh Tekanan Kempa dan Jenis Serbuk Pada Pembuatan Briket Arang Gergajian Terhadap Rendemen dan Nilai Panas*. Laporan Penelitian. Fakultas Kehutanan UGM dan Dekdibud Yogyakarta. Yogyakarta.
7. _____. 1995. *Pengaruh Cara Pengolahan dan Jenis-jenis Kayu Rendemen dan Sifat Arang*. Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan UGM dan Dekdibud Yogyakarta. Yogyakarta.
8. _____. 1996. *Perkembangan Industri Perkayuan Di Indonesia*. Makalah Ilmiah. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
9. _____. 1999. *Pengolahan Arang Di Pedesaan Untuk Memberdayakan Ekonomi Kerakyatan*. Makalah Ilmiah. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.

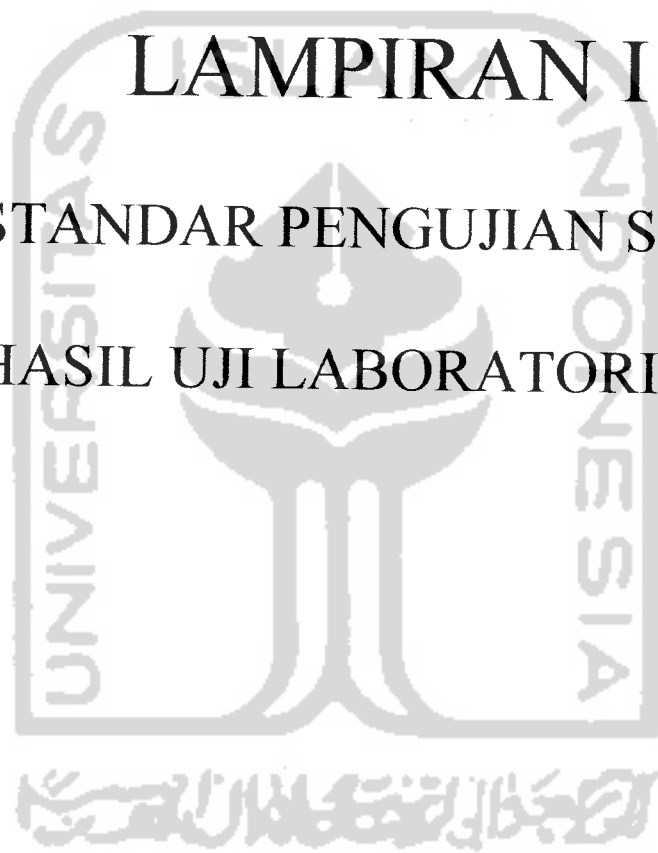
10. Sudrajad, R. 1983. Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Arang Briket. Laporan Penelitian Hasil Hutan No. 165. Bogor
11. Winarni, Budi dan Taman Alex. 1999. Penggunaan Bahan Bakar Briket Arang Untuk Meminimasi Pencemaran Udara. Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
12. Djatmiko, B.S. Ketaren ,Sri Setyohartini, 1981. Arang, Pengolahan dan kegunaannya. Badan Penerbitan Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
13. Ridwan, R. 2005. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Baca di www.perhutani.co.id

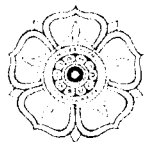




LAMPIRAN I

- STANDAR PENGUJIAN SAMPEL
- HASIL UJI LABORATORIUM





LABORATORIUM ENERGI KAYU
JURUSAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN UNIVERSITAS GADJAH MADA

Yogyakarta, 17 Januari 2007

HASIL ANALISIS LABORATORIUM

NAMA : John Perli Lovie
INSTANSI : UII
HASIL PENGAMATAN : Kadar Air, Nilai Kalor, Kadar Zat Menguap, Kadar Abu.

A. KADAR AIR

SAMPEL	BERAT CAWAN (GRAM)	BERAT SAMPEL (GRAM)	BERAT TOTAL (GRAM)	BERAT AKHIR (GRAM)	BKT (GRAM)	KADAR AIR (%)	RATA-RATA (%)
3000 (1)	10,60	2,81	13,42	13,25	2,65	5,90	5,16
3000 (2)	10,82	2,77	13,59	13,46	2,64	4,59	
3000 (3)	9,11	3,02	12,13	11,98	2,87	4,97	
4000 (1)	10,02	1,96	11,98	11,88	1,86	5,11	5,71
4000 (2)	11,16	2,63	13,79	13,65	2,49	5,32	
4000 (3)	10,67	2,67	13,34	13,16	2,49	6,70	
5000 (1)	10,84	2,66	13,50	13,26	2,42	8,89	7,23
5000 (2)	10,54	1,82	12,36	12,26	1,72	5,71	
5000 (3)	10,58	2,86	13,44	13,24	2,66	7,10	

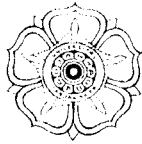
Keterangan :

BKT = berat kering tanur

3000 (1) = tekanan (ulangan)

B. NILAI KALOR

SAMPEL	NILAI KALOR (KAL/GRAM)	RATA-RATA (KAL/GRAM)
3000 (1)	7754,19	7203,32
3000 (2)	6784,46	
3000 (3)	7071,30	
4000 (1)	8465,60	8067,32
4000 (2)	7288,84	
4000 (3)	8447,52	
5000 (1)	8296,40	7942,79
5000 (2)	7854,55	
5000 (3)	7677,41	



LABORATORIUM ENERGI KAYU

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN

FAKULTAS KEHUTANAN UNIVERSITAS GADJAH MADA

C. KADAR ZAT MENGUAP (KEHILANGAN BERAT (%)-KA(%))

SAMPEL	BERAT CAWAN (GRAM)	BERAT SAMPEL (GRAM)	BERAT AWAL (GRAM)	BERAT AKHIR (GRAM)	KEHILANGAN BERAT (%)	KADAR ZAT MENGUAP (%)	RATA-RATA (%)
3000 (1)	30,85	2,02	32,86	32,26	29,66	23,76	27,51
3000 (2)	32,67	1,99	34,66	33,97	34,65	30,06	
3000 (3)	31,17	2,02	33,20	32,51	33,66	28,69	
4000 (1)	30,89	2,02	32,90	32,10	39,95	34,84	24,25
4000 (2)	32,02	2,00	34,02	33,49	26,69	21,37	
4000 (3)	30,42	1,99	32,42	31,95	23,23	16,53	
5000 (1)	29,04	1,99	31,03	30,68	17,67	8,78	9,67
5000 (2)	31,78	1,99	33,78	33,44	17,00	11,29	
5000 (3)	30,83	2,00	32,83	32,51	16,03	8,93	

D. KADAR ABU

SAMPEL	BERAT CAWAN (GRAM)	BERAT SAMPEL (GRAM)	BERAT AWAL (GRAM)	BERAT AKHIR (GRAM)	KADAR ABU (%)	RATA-RATA (%)
3000 (1)	30,85	2,02	32,86	30,87	1,14	1,03
3000 (2)	32,67	1,99	34,66	32,68	0,50	
3000 (3)	31,17	2,02	33,20	31,20	1,43	
4000 (1)	30,89	2,02	32,90	30,91	1,04	0,75
4000 (2)	32,02	2,00	34,02	32,03	0,40	
4000 (3)	30,42	1,99	32,42	30,44	0,80	
5000 (1)	29,04	1,99	31,03	29,05	0,55	0,87
5000 (2)	31,78	1,99	33,78	31,80	0,95	
5000 (3)	30,83	2,00	32,83	30,85	1,10	

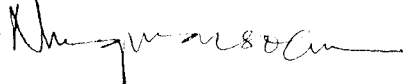
Keterangan :

3000 (1) tekanan (ulangan)

Mengetahui:

Dekan u.b.

Wakil Dekan Bidang Kerjasama dan Penelitian Ketua Laboratorium Energi Kayu


Dr. Ir. Sri Nugroho Marsoem, M. Agr.
NIP. 130681969


Dr. Ir. J. P. Gentur Sutapa, M. Sc.
NIP. 131692718



LAMPIRAN II

- HASIL PERHITUNGAN STATISTIK

LAMPIRAN

Uji Statistik (ANOVA) Nilai Kalor

Oneway

Descriptives

nkakor	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean			Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound	Mean		
3000,00	3	7203,3167	498,16199	287,61396	5965,8137	8440,8197		6784,46	7754,19
4000,00	3	8067,3200	674,24406	389,27499	6392,4049	9742,2351		7288,84	8465,60
5000,00	3	7942,7867	318,78902	184,05292	7150,8708	8734,7025		7677,41	8296,40
Total	9	7737,8078	603,90603	201,30201	7273,6045	8202,0110		6784,46	8465,60

Test of Homogeneity of Variances

nkakor		ANOVA	
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,576	2	6	,282

ANOVA

nkakor		ANOVA			
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1308826	2	654413,096	2,441	,168
Within Groups	1608794	6	268132,287		
Total	2917620	8			

LAMPIRAN

Uji Statistik (ANOVA) Kadar Air

Oneway

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
3000,00	3	5,1533	,67397	,38912	3,4791	6,8276	4,59	5,90
4000,00	3	5,7100	,86377	,49870	3,5643	7,8557	5,11	6,70
5000,00	3	7,2333	1,59419	,92040	3,2732	11,1935	5,71	8,89
Total	9	6,0322	1,34352	,44784	4,9995	7,0649	4,59	8,89

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,001	2	6	,422

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,957	2	3,478	2,789	,139
Within Groups	7,484	6	1,247		
Total	14,440	8			

LAMPIRAN

Uji Statistik (ANOVA) Kadar Abu
Oneway

Descriptives

kabu									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean			Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound			
3000,00	3	1,0233	,47585	,27473	-,1587	2,2054		,50	1,43
4000,00	3	,7467	,32332	,18667	-,0565	1,5498		,40	1,04
5000,00	3	,8667	,28431	,16415	,1604	1,5729		,55	1,10
Total	9	,8789	,34262	,11421	,6155	1,1422		,40	1,43

Test of Homogeneity of Variances

kabu				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
,607	2	6	,576	

ANOVA

kabu				
	Sum of Squares	df	Mean Square	F
Between Groups	,115	2	,058	,421
Within Groups	,824	6	,137	
Total	,939	8		
				Sig.
				,675

LAMPIRAN

Uji Statistik (ANOVA) Kadar Zat Menguap
Oneway

Descriptives

kzmenguap									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean			Minimum	Maximum
3000,00	3	27,5033	3,31340	1,91299	19,2724		35,7343	23,76	30,06
4000,00	3	24,2467	9,48791	5,47785	,6774		47,8159	16,53	34,84
5000,00	3	9,6667	1,40785	,81282	6,1694		13,1640	8,78	11,29
Total	9	20,4722	9,66496	3,22165	13,0431		27,9014	8,78	34,84

Test of Homogeneity of Variances

kzmenguap				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
5,150	2	6	,050	

ANOVA

kzmenguap				
	Sum of Squares	df	Mean Square	F
Between Groups	541,329	2	270,664	7,885
Within Groups	205,962	6	34,327	
Total	747,291	8		

LAMPIRAN

Uji Statistik (ANOVA) Kadar Karbon Terikat

Oneway

Descriptives

Kterikat	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		
					Lower Bound	Upper Bound	Minimum
3000,00	3	62,9867	7,32496	4,22907	44,7905	81,1829	54,91
4000,00	3	69,2967	9,03895	5,21864	46,8427	91,7507	59,01
5000,00	3	82,2333	,56766	,32774	80,8232	83,6435	81,78
Total	9	71,5056	10,30150	3,43383	63,5871	79,4240	54,91

Test of Homogeneity of Variances

Kterikat	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	4,783	2	6	,057

ANOVA

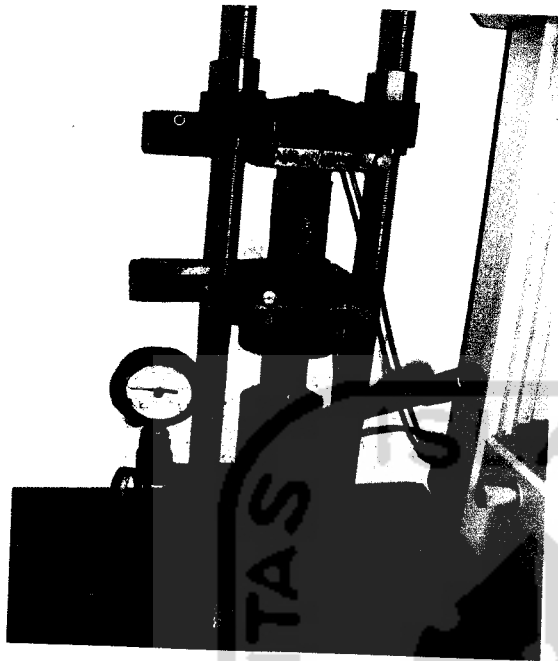
Kterikat	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	577,608	2	288,804	6,386	,033
Within Groups	271,360	6	45,227		
Total	848,967	8			



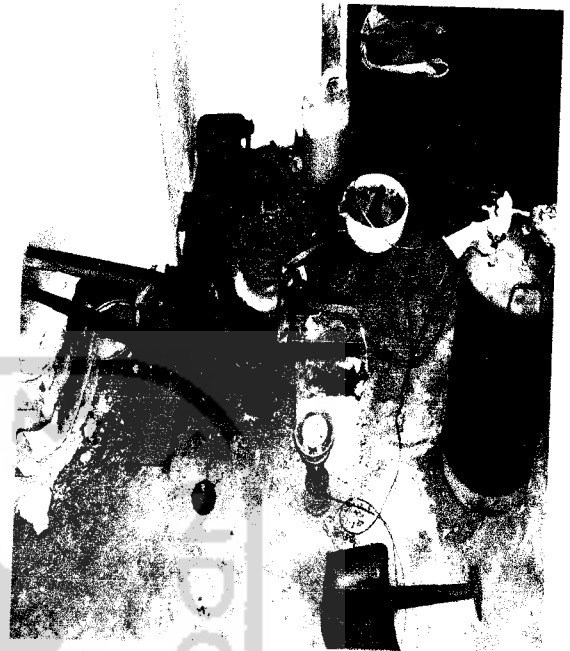


Ogalith

Arang briket



Alat Kempa Panas



Dapur Pengarangan



Bomb Kalorimeter



Oven Merk Gallen Kamp

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	John Perli Lovie	02513054	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Pengaruh Tekanan kempa Terhadap Kalor Dengan Bahan Bakar Briket Dengan Serbuk Gergaji dan Uji Temperatur Pada Media Tungku

PERIODE : IV
TAHUN : 2006/2007

No	kegiatan	Bulan Ke ;				
		Mei	Juni	Juli	Agt	Sep
1	Pendaftaran					
2	Penentuan Dosen pembimbing					
3	Pembuatan Proposal					
4	Seminar proposal					
5	Konsultasi Penyusunan TA					
6	Sidang - sidang					
7	Pendadaran					

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II
DOSEN PEMBIMBING III

: Ir.H. Kasam, MT
: Dr. Ir. J.P. Gentur Sutapa, MSC



Yogyakarta, 14 November 2006
Koordinator TA

(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar
Sidang
Pendadaran

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
01.	28/12/06	Proses Pengujian		
02	22/1/07	Pengujian Data		
03	29/01/07	- Revisi: - Latar belakang - Metode penelitian - Lihat Catatan pd masing 3 halaman		
4	30/01/07	- Latar belakang di tambahkan dan hal 2 yg berisikan dgn bentuk - Pengantar materi		
5	02/02/07	- Revisi kesimpulannya Akusasi		
6	02/02/07	- Di Revisi / Asistensi dgn Pembimbing II		
	13/2/07	Revisi di-pabrik		

14/2/07 Revisi kesimpulan
20/2/07 Koreksi kgru
27/2/07 Koreksi mcl
28/2/07 Revisi