

PEMBUATAN BRIKET ARANG DARI SERBUK  
GERGAJI KAYU JATI (*Tectona grandis L.f*)

ANDI MIRTAWATI  
M 121 02 042



Tgl. Terbit	01 / 08 / 08
Aspek	FAK. KEHUTANAN
Bany	1 eks
Harga	Hadiah
No. Inventaris	26
No. K/L	SIR. KHOD MIR P.

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2008

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu  
Jati (*Tectona grandis L.f*)  
Nama : Andi Mirtawati  
Nim : M 121 02 042  
Program studi : Teknologi Hasil Hutan

Skripsi ini Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Kehutanan

pada

Program Studi Teknologi Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin

**Menyetujui,  
Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**

  
Ir. Bakri, M.Sc

**Pembimbing II**

  
Ir. Baharuddin, MP

**Mengetahui,**

Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin

  
Ir. Beta Putranto, M.Sc.  
NIP. 130 792 980

**Tanggal Lulus : 22 Juli 2008**

## ABSTRAK

**Andi Mirtawati (M 121 02 042). Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis L.f*) di bawah bimbingan Bakri dan Baharuddin.**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat tapioka terhadap kualitas briket arang yang dibuat dari serbuk gergaji kayu jati (*Tectona grandis L.f*). Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Februari sampai Maret 2008 di Laboratorium Fisika dan Mekanika Balai Industri Makassar Departemen Perindustrian dan Perdagangan, dan di PT. Superitending Company of Indonesia (Sucopindo), Makassar, Sulawesi Selatan.

Pengujian kualitas briket arang berdasarkan SNI 01-6235-2000 dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (BPPK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan perekat tapioka 4% menghasilkan kadar air rata-rata 7,58%. Kadar zat mudah menguap 21,82%, kadar abu 6,96%, kadar karbon terikat 71,23%, kerapatan  $0,50\text{g/cm}^3$ , keteguhan tekan  $7,64\text{ kg/cm}^2$ , dan nilai kalor 5403,78 kal/g. Penambahan perekat tapioka 8% menghasilkan kadar air rata-rata 7,44%, Kadar zat mudah menguap 23,18%, kadar abu 7,02%, kadar karbon terikat 69,81%, kerapatan  $0,55\text{ g/cm}^3$ , keteguhan tekan  $9,84\text{ kg/cm}^2$ , dan nilai kalor 5327,64 kal/g. Penambahan perekat tapioka 12% menghasilkan kadar air rata-rata 7,85%, Kadar zat mudah menguap 23,73%, kadar abu 7,20%, kadar karbon terikat 69,07%, kerapatan  $0,62\text{g/cm}^3$ , keteguhan tekan  $14,22\text{ kg/cm}^2$ , dan nilai kalor 5302,67 kal/g.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puja dan Puji hanya dan akan hanya untuk Allah SWT (Yang Maha Pandai, Maha Indah, Maha Baik, Maha Benar, dan Maha Segala Semesta). Raja hari kemudian, mengangkat derajat sekaligus menghinakan manusia di hadapan makhluk-Nya. Nur kebesaran-Nya terpencar dalam kedamaian kasih sayang dan perlindungan-Nya. Syukur alhamdulillah atas rahmat, ridho dan taufiq-Nya jualah sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul "**Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis L.f*)**". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Shalawat dan salam tetap tercurah pada Baginda **Rasulullah Muhammad SAW**; sosok yang telah mengantar manusia dari lembah kehinaan menuju puncak kemuliaan, pribadi teladan yang membawa manusia dari alam yang penuh kebidaban menuju alam yang penuh dengan peradaban. Manusia agung yang mampu memandu semesta dunia dalam cahaya dan pencerahan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan suatu karya ilmiah tidaklah mudah, oleh karena itu tidak tertutup kemungkinan dalam penyusunan skripsi ini terdapat kekurangan. Karena itu dengan segala keikhlasan, kerendahan hati serta tangan terbuka, sumbangan saran, koreksi maupun kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Dalam proses penelitan dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak menemui hambatan serta rintangan, tetapi berkat bantuan berbagai pihak, penulis mampu eksis hingga terselesainya skripsi ini. Maka dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

- Keluarga tercinta: Ayahanda **Dg. Mattajang** dan Ibunda **Masita**, kakak dan adik tersayang: **Saleh Rahman, Marwa Ningsih, Andi Irham, Yan Maulana Rahman**. Terima kasih atas do'anya, gelar ini kupersembahkan demi kalian.
- **Ir. Bakri, M.Sc.** selaku Pembimbing I dan **Ir. Baharuddin, MP.** selaku Pembimbing II yang selalu bersedia meluangkan waktu untuk diskusi, memberikan ide, arahan dan bijaksana menyikapi keterbatasan pengetahuan penulis, serta ilmu pengetahuan yang berharga baik dalam penelitian ini maupun selama menempuh kuliah.
- **Ibu Astuti Arief, S.Hut., M.Si.** selaku penasihat akademik penulis.
- **Bapak Prof.Dr.Ir.H. Djamal Sanusi, Bapak Ir. Beta Putranto, M.Sc.** dan **Ibu Astuti Arief, S.Hut., M.Si.** selaku penguji. Terima kasih atas waktu dan masukan yang diberikan dalam menyelesaikan skripsi ini.
- **Dr.Ir. Muh. Restu, MP.** (Dekan Fahutan), **Prof.Dr.Ir. Musrizal Muin, M.Sc. (PD I)** dan **Dr.Ir. Yusran Jusuf, M.Si. (PD II)**.
- Seluruh dosen pengajar dan staf pegawai Fakultas Kehutanan.
- Rekan-rekan mahasiswa kehutanan serta kanda-kanda senior/alumni.

- **Teman-teman seperjuangan khususnya, Herman S.hut, Adi S.Hut, Titin S.hut, Topan, Sardi, Nasrum, Yopa S.hut, Ata S.hut, Micha, Diana, Ode, dan umumnya Forester 02.**

Penulis telah mengusahakan yang terbaik demi kesempurnaan skripsi ini, tapi sempurna adalah kepunyaan-Nya dan penulis hanyalah manusia biasa. Semoga apa yang telah kita perbuat selama ini bermanfaat dan mendapat ridho di sisi-Nya dan menyinari langkah kita selalu, Amiin.

*Wallahu mustaam billahi taufik walhidayah*

*Wassalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Makassar, Juli 2008

**Penulis**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan Kegunaan .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Deskripsi Kayu Jati .....	4
B. Karbonisasi .....	6
C. Metode Pembuatan Arang	
1. Metode Konvensional/Timbun.....	7
2. <i>Kiln</i> Drum.....	8
3. <i>Kiln</i> Bata.....	8
D. Perekat.....	9
E. Briket Arang.....	11

### III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat .....	15
B. Alat dan Bahan .....	15
C. Prosedur Penelitian	
1. Perlakuan Bahan Baku .....	16
2. Cara Pengarangan.....	16
3. Pengayakan Serbuk Arang .....	17
4. Pembuatan Briket Arang .....	17
5. Pengeringan .....	18
D. Variabel Pengamatan	
a. Kadar Air ( <i>Moisture Content</i> ) .....	18
b. Kadar Abu ( <i>Ash Content</i> ) .....	19
c. Kadar Zat Mudah Menguap ( <i>Volatile Matter</i> ) .....	19
d. Kadar Karbon Terikat ( <i>Fixed Carbon</i> ) .....	19
e. Kerapatan .....	20
f. Keteguhan Tekan.....	20
g. Nilai Kalor ( <i>Calor Value</i> ) .....	21
E. Rancangan Percobaan.....	22

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air ( <i>Moisture Content</i> ) .....	24
B. Kadar Zat Mudah Menguap ( <i>Volatile Matter</i> ) .....	25
C. Kadar Abu ( <i>Ash Content</i> ) .....	27
D. Kadar Karbon Terikat ( <i>Fixed Carbon</i> ) .....	28
E. Kerapatan .....	30
F. Keteguhan Tekan.....	31
G. Nilai Kalor ( <i>Calor Value</i> ) .....	33



**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan.....	36
B. Saran .....	36

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Spesifikasi Sifat Kualitas Briket Arang Berdasarkan SNI 01-6235-2000 dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan .....	13
2.	Kadar Zat Mudah Menguap Rata-rata dan Hasil Uji BNJ Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati .....	26
4.	Kadar Karbon Terikat Rata-rata dan Hasil Uji BNJ Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati .....	29
5.	Kerapatan Rata-rata dan Hasil Uji BNJ Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati .....	30
6.	Keteguhan Tekan Rata-rata dan Hasil Uji BNJ Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati .....	32
7.	Nilai Kalor Rata-rata dan Hasil Uji BNJ Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati .....	35

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kadar Air Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati.....	24
2.	Kadar Zat Mudah Menguap Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati.....	25
3.	Kadar Abu Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati.....	27
4.	Kadar Karbon Terikat Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati.....	28
5.	Kerapatan Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati.....	30
6.	Keteguhan Tekan Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati.....	32
7.	Nilai Kalor Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati.....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil Perhitungan Kadar Air (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	40
2.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kadar Air (%) dari Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ).....	40
3.	Hasil Perhitungan Kadar Zat Mudah Menguap(%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	41
4.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kadar Zat Mudah Menguap (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	41
5.	Hasil Perhitungan Kadar Abu (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	42
6.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kadar Abu (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	42
7.	Hasil Perhitungan Kadar Karbon Terikat (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ).....	43
8.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kadar Karbon Terikat Briket Arang dari Serbuk Gergaji kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ).....	43
9.	Hasil Perhitungan Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ ) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	44
10.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ ) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	44

11.	Hasil Perhitungan Keteguhan Tekan ( $\text{kg/cm}^2$ ) Briket Arang dari Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	45
12.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Keteguhan Tekan ( $\text{kg/cm}^2$ ) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	45
13.	Hasil Perhitungan Nilai Kalor ( $\text{kal/g}$ ) Briket Arang Serbuk dari Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	46
14.	Hasil Analisis Ragam dan uji BNJ Nilai Kalor ( $\text{kal/g}$ ) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	46
15.	Perhitungan Volume Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Jati ( <i>Tectona grandis L.f</i> ) .....	47

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kayu merupakan salah satu sumberdaya alam mempunyai manfaat yang terbatas jika masih dalam bentuk kayu bulat. Untuk meningkatkan kegunaan kayu dan nilai ekonomisnya, maka kayu bulat diolah terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan dengan menggunakan teknologi pengolahan kayu seperti penggergajian. Salah satu kendala yang dihadapi oleh industri pengolahan kayu adalah sulitnya memanfaatkan bahan baku kayu bulat secara optimal, karena dalam hal pengerjaan atau pengolahan kayu bulat menjadi suatu produk kayu gergajian atau kayu gergajian menjadi suatu produk tertentu, sebagian kayu akan terbuang yang biasanya dikelompokkan sebagai limbah penggergajian.

Salah satu jenis kayu yang menghasilkan limbah penggergajian yang cukup banyak di Sulawesi Selatan adalah kayu jati. Hal ini disebabkan karena di daerah Sulawesi Selatan khususnya Makassar, industri mebel yang menggunakan bahan baku kayu jati berkembang karena memiliki pangsa pasar yang luas dan cukup mudah ditemui. Hal ini juga disebabkan karena kayu jati merupakan bahan baku yang baik untuk mebel, karena jenis kayu ringan, mudah dikerjakan, arah serat kayu lurus, dan permukaan kayu licin.

Limbah penggergajian kayu dapat diartikan sebagai suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber aktifitas manusia atau proses-proses alam yang belum mempunyai nilai ekonomi. Besar kecilnya limbah dalam suatu industri penggergajian dapat dicirikan oleh besar kecilnya rendemen penggergajian. Penggergajian terdiri atas berbagai bentuk antara lain

kulit kayu, serbuk gergaji (*saw dust*), potongan ujung (*trimmings*), potongan pinggir (*edgings*), dan sebetan (*slabs*). Limbah penggergajian belum banyak dimanfaatkan sehingga sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar yang menghasilkan energi untuk unit pengeringan kayu, sedangkan industri yang tidak memiliki unit pengeringan, limbahnya dibuang atau dibakar begitu saja ditempat terbuka sekitar industri.

Salah satu cara untuk mencegah timbulnya dampak negatif dari pembuangan limbah penggergajian kayu adalah dengan cara pembuatan briket arang dari limbah gergajian kayu yang dikembangkan dengan metode pengempaan arang halus yang dicampur dengan atau tanpa bahan perekat, dimana briket arang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar alternatif dan menekan laju pemakaian kayu bakar, sehingga pemanfaatan kayu secara optimal bisa tercapai dengan nilai ekonomis yang tinggi. Berdasarkan hal di atas, maka perlu dilaksanakan penelitian mengenai pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu jati dalam pembuatan briket arang untuk mengetahui kualitas dan potensi sebagai bahan bakar alternatif.



## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat terhadap kualitas briket arang yang dihasilkan dari serbuk gergaji kayu jati dengan menggunakan perekat tapioka. Kegunaannya dari hasil penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tentang pemanfaatan serbuk gergaji kayu jati sebagai bahan baku briket arang serta dapat dijadikan acuan dalam penelitian lebih lanjut.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Deskripsi Kayu Jati

Menurut Hardjodarsono (1994), sistematika kayu jati adalah sebagai berikut :

- Divisio* : *Spermatophyta*  
*Sub divisio* : *Angiospermae*  
*Klas* : *Dicotyledoneae*  
*Ordo* : *Verbenales*  
*Family* : *Verbenaceae*  
*Species* : *Tectona grandis linn.f.*

Jati merupakan jenis tanaman komersial yang telah lama dibudidayakan di Indonesia, terutama di Pulau Jawa. Kelebihan jati terletak pada keawetan, kekuatan dan tekstur yang indah, sehingga memiliki nilai jual yang tinggi. Kayu jati dapat dimanfaatkan untuk konstruksi berat, kayu bangunan, bantalan rel kereta, kapal, peti, mebel dan lain-lain. Selain itu, kayu jati juga sangat bagus untuk kayu bakar karena memiliki panas yang tinggi, yaitu 5000 kalori (Mahfudz, 2003).

Jati memiliki persebaran yang cukup luas baik di habitat alamnya maupun wilayah pengembangannya, meliputi sebagian besar India, Myanmar, Laos, Kamboja, bagian barat Thailand dan Indo-China. Jati juga tumbuh di Afrika, New Zeland, Australia (Queensland), Kepulauan Fiji, Taiwan, Kepulauan Pasifik. Di Benua Amerika, jati tumbuh di Jamaica, Panama, Argentina, Puerto Rico, Kepulauan Tobago dan Suriname. Di Indonesia, jati terdapat disebagian Pulau

Jawa dan beberapa kepulauan kecil seperti di Muna, Kangean, Sumba dan Bali (Departemen Kehutanan, 2003).

Menurut Departemen Kehutanan (1994), tanaman jati mempunyai ciri yaitu :

1. Tinggi pohon antara 25 – 30 m, pada daerah yang tanahnya subur dapat mencapai 50 m dengan diameter  $\pm$  150 cm
2. Batang atau pohon umumnya bulat dan beralur lurus, kulit kayu agak tipis.
3. Warna kulit kelabu muda, cabang banyak
4. Tajuk tidak beraturan dan menggugurkan daun pada musim kemarau.
5. Kayunya tergolong kelas awet I dan kelas kuat II.
6. Berat jenis 0,70 cocok dipergunakan untuk keperluan kayu perkakas, pertukangan dan kayu bakar.
7. Musim berbunga biasanya pada bulan mei sampai desember.
8. Jumlah biji rata-rata 1200 per kilogram atau 293 per liter.

Jati termasuk jenis tanaman yang memerlukan unsur kalsium dalam jumlah relatif besar untuk tumbuh dan berkembang. Dari hasil analisis abu yang telah dilakukan diketahui kandungan abu jati terdiri atas *Calcium* (CaO) 31,3 %, *Phosphorus* (P) 29,7 %, *Silika* (SiO<sub>2</sub>) sebanyak 25 % (Departemen Kehutanan, 2003).

## B. Karbonisasi

Karbonisasi adalah penguraian biomassa karena panas di atas suhu  $150^{\circ}\text{C}$ , dimana dibedakan dua tingkatan yakni karbonisasi primer dan sekunder. Pada karbonisasi primer ( $150 - 450^{\circ}\text{C}$ ) dihasilkan uap air, gas dan arang. Sedangkan karbonisasi sekunder ( $\pm 600^{\circ}\text{C}$ ) dihasilkan gas CO,  $\text{H}_2$  dan hidrokarbon. Karbonisasi sekunder dimaksudkan untuk menghasilkan energi tinggi pada proses gasifikasi (Abdullah, dkk, 1991).

Menurut Syahrudin (1987) dalam Ufi (2007), proses karbonisasi secara singkat adalah sebagai berikut

1. Pada awal pemanasan, air dalam bahan baku dilepaskan bersamaan CO dan  $\text{CO}_2$  dalam jumlah kecil.
2. Pada suhu  $200 - 400^{\circ}\text{C}$  sebagian besar selulosa terurai secara intensif di samping pembentukan gas, juga dijumpai sejumlah kecil senyawa karbon.
3. Pada suhu  $400 - 500^{\circ}\text{C}$  lignin terurai dan dihasilkan lebih banyak ter sedangkan gas menurun dan meningkatkan suhu, maka gas  $\text{CO}_2$  semakin berkurang sedangkan gas CO,  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CH}_2$  semakin meningkat.
4. Pada suhu  $500-700^{\circ}\text{C}$  pembentukan ter dan gas hydrogen bertambah, terbentuknya karbon mencapai 90%.
5. Di atas suhu  $700^{\circ}\text{C}$  diperoleh gas yang dapat diembunkan terutama terdiri atas gas hydrogen.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi adalah kecepatan pemanasan dan tekanan udara dalam tanur. Semakin cepat pemanasan maka semakin sulit pengamatan tahap-tahap karbonisasi dan rendemen yang dicapai rendah. Adapun faktor yang mempengaruhi hasil karbonisasi adalah kadar air bahan baku, kekerasan, jumlah udara, suhu maupun lamanya pengarangan (Yoyon, dkk., 2001 dalam Departemen Perindustrian, 2001).

### **C. Metode Pembuatan Arang**

#### **1. Metode Konvensional/Timbun**

Pembuatan arang dengan cara timbun merupakan cara tradisional, banyak dilakukan di pedesaan dan tidak memerlukan biaya produksi tinggi. Arang yang dihasilkan umumnya hanya digunakan untuk bahan bakar dalam rumah tangga (Departemen Pertanian, 1976). Keuntungan pembuatan arang dengan metode timbun diperoleh kemudahan dalam penetapan lokasi pengarangan, penyesuaian timbunan dengan jumlah bahan baku yang tersedia dan dalam memproduksi arang dapat pembuatan arang kayu dengan menggunakan metode konvensional, yang perlu diperhatikan dilakukan dengan modal yang kecil (Nurhayati, 1990).

Pada adalah pemilihan lokasi pembuatan lubang. Usahakan pembuatan lubang terletak relatif terlindung dari pengaruh hujan serta agak landai. Hal ini untuk memudahkan di dalam kegiatan pembuatan arang nantinya. Beberapa kelebihan pembuatan arang dengan menggunakan metode ini, di samping volume kayu yang biasanya dibuat ukuran bahan baku dari kayu limbah yang digunakan biasanya relatif lebih besar dibandingkan dengan menggunakan tungku drum (Iskandar dan Santosa, 2005).

## 2. *Kiln Drum*

Pembuatan arang dengan cara drum umumnya digunakan untuk tujuan komersil. Pada metode drum, proses karbonisasi dapat diamati dan diawasi melalui pengatur udara masuk dan tidak tergantung dari cuaca pada saat itu. Cara drum ini sesuai untuk dikembangkan bagi penduduk yang berada di sekitar hutan guna mengurangi limbah tebangan dari areal hutan produksi (Hasyim, 1983 dalam Departemen Perindustrian, 1983).

Teknologi pembuatan arang dengan *kiln drum* adalah suatu metode pembuatan arang yang murah dan sederhana tetapi dapat menghasilkan rendemen dan kualitas arang yang cukup tinggi. Teknologi ini dapat diterapkan pada industri rumah tangga di pedesaan karena bahan konstruksi drum bekas mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah (Hudaya dan Hartoyo, 1990).

Menurut Hasyim (1983) dalam Departemen Perindustrian (1983), *kiln* ini terbuat dari dua buah silinder dipasang secara bersambung. Cara kerjanya adalah panas dari bahan baku itu sendiri yang dibantu oleh udara dari luar yang diatur menurut kapasitas *kiln* tersebut. Portable *kiln* memerlukan waktu pengarangan 4 hari untuk kapasitas 9 m<sup>3</sup> dan 10 m<sup>3</sup> dengan hasil arang lebih 1800 kg.

## 3. *Kiln Bata*

*Kiln* bata merupakan modifikasi dari model Thailand yang dirancang untuk kemudahan operasi dan kualitas arang yang dihasilkan. Dengan menggunakan dinding terbuat dari bata yang dipelester atau kombinasinya dengan campuran pasir dan semen, maka *kiln* dapat dibuat dalam ukuran besar dan permanen sehingga bahan baku dapat masuk lebih banyak. Selain itu, proses

pengarangan lebih sempurna dan terkontrol sehingga waktu proses lebih cepat serta menghasilkan arang dalam jumlah lebih banyak, seragam dan kualitas yang lebih baik. Perkembangan lanjut tipe ini mengarah kepada variasi bentuk dinding, atap, bahan konstruksi, jumlah cerobong asap, lubang pengapian dan ukuran pintu pemasukan bahan baku (Sudrajat dan Saleh, 1994).

*Kiln* bata berkapasitas masukan  $5,5 \text{ m}^3$  kayu dapat menghasilkan arang dengan rendemen sekitar 30%. *Kiln* terdiri atas ruang pembakaran, pintu pemasukan kayu, lubang pembakaran, lubang udara, lubang penguapan dan cerobong asap. Badan dan atap *kiln* terbuat dari bata, dengan ukuran diameter 2,2 m dan tinggi 1,6 m. Lubang pembakaran berjumlah 2 buah, lubang udara 6 buah, lubang penguapan 4 buah, cerobong asap 1 buah dan pintu pemasukan kayu 1 buah. Ukuran kayu berdiameter 10 – 25 cm dan panjang antara 25 – 50 cm, lama proses pengarangan dari saat pembakaran sampai arang dikeluarkan dari *kiln* adalah 2,5 hari (55 jam) atau seluruhnya memerlukan siklus waktu 6 – 7 hari (Sudrajat dan Saleh, 1994).

#### D. Perekat

Pemberian bahan perekat adalah untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat untuk menggabungkan antara dua substrat yang akan direkat. Pemilihan dan penggunaan bahan perekat dilakukan berdasarkan beberapa hal, antara lain mempunyai daya serap yang baik terhadap air, harganya relatif murah serta mudah diperoleh (Sitorus, 1996). Menurut Hartoyo dan Rosliandi (1990), tujuan pemberian perekat (bahan pengikat) pada serbuk arang adalah untuk memberikan lapisan tipis dan perekat pada permukaan partikel arang. Dengan

pemakaian perekat maka tekanan yang diperlukan akan jauh lebih kecil dibanding dengan briket tanpa memakai bahan pengikat.

Menurut Gontara dan Ketaren (1981), zat pengikat yang digunakan dalam pembuatan arang briket dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu:

1. Zat pengikat yang tidak atau kurang berasap, merupakan zat pengikat berupa dalam tepung, misalnya tepung tapioka, tepung jagung dan beras. Zat pengikat tersebut tidak tahan terhadap kelembaban, karena mempunyai sifat menyerap air dari udara (higroskopis). Jenis perekat ini lebih cocok untuk arang briket keperluan rumah tangga.
2. Zat pengikat yang berasap, contohnya adalah ter, pitch dan molase yang tahan terhadap kelembaban, karena tidak bersifat higroskopis.

Perekat tapioka umum digunakan sebagai bahan perekat pada briket arang karena banyak terdapat di pasaran dan harga relatif murah. Perekat ini dalam penggunaannya menimbulkan asap yang relatif sedikit dibandingkan bahan yang lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang dengan tepung kanji sebagai bahan perekat akan sedikit menurunkan nilai kalornya bila dibandingkan dengan nilai kalor kayu dalam bentuk aslinya (Sudrajat dan Saleh, 1994). Kelemahan perekat tapioka mempunyai sifat tahan terhadap kelembaban. Hal ini disebabkan tapioka mempunyai sifat yang dapat menyerap air dari udara (Goutara dan Wijandi, dalam Suryani, 1986).

Perekat pati dikelompokkan sebagai perekat alam dengan perekat dasar karbohidrat. Keuntungan penggunaan perekat pati antara lain: harga lebih murah, mudah pemakaiannya, dapat menghasilkan kekuatan rekat yang tinggi. Selain itu

perekat pati juga memiliki kelemahan seperti: ketahanan terhadap air yang rendah untuk perekatan awal sehingga bersifat sementara (dalam kayu lapis), mudah diserang jamur, bakteri dan binatang pemakan pati (Sulistyanto, 2006).



#### E. Briket Arang

Briket arang adalah arang yang mempunyai bentuk tertentu dengan kerapatan yang tinggi (BJ 1-1,2) yang diperoleh dengan cara pengempaan arang halus yang dicampur dengan bahan perekat misalnya pati, ter kayu, ter bitumen, dan lain-lain. Untuk keperluan bahan bakar, briket arang mempunyai beberapa keuntungan yaitu bentuk dan ukurannya dapat disesuaikan dengan keperluan, tidak kotor, mudah diangkat dan praktis untuk digunakan (Departemen Pertanian, 1976). Briket adalah salah satu produk penganekaragaman dan pendayagunaan energi alternatif. Briket dapat dibuat dari arang kayu dengan atau tanpa bahan perekat sehingga diperoleh bentuk, ukuran, dan kerapatan yang sesuai dengan berbagai keperluan (Januardi, 1989). Saripuddin (1996) mendefinisikan briket arang adalah arang kayu yang diubah bentuk, ukuran dan kerapatannya dengan cara mengempa campuran serbuk arang dengan bahan perekat. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan briket arang adalah serbuk kayu atau kayu yang berukuran kecil yang diperoleh dari limbah industri penggergajian dan limbah industri perkayuan lainnya.

Penggunaan limbah kayu sebagai bahan baku untuk pembuatan briket arang perlu mempertimbangkan jenis kayu dan bentuk limbah yang digunakan. Kualitas briket arang dapat dipengaruhi oleh jenis perekat, tekanan pengempaan dan ukuran serbuk. Briket arang dapat dibuat dengan dua cara yaitu dengan



membuat arang, lalu arang dihaluskan dan dibuat briket atau dengan membentuk briket serbuk dengan mengempa dan diarangkan (Suprpto, dkk., 1995).



Gontara dan Ketaren (1981), menyatakan bahwa pembuatan briket arang dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

- a. Pembuatan briket tanpa bahan perekat dengan diikuti proses karbonisasi dalam tekanan sedang.
- b. Pengepresan dan proses karbonisasi dilakukan secara serentak.
- c. Pengepresan campuran arang dilakukan secara serentak.
- d. Pengepresan campuran arang dengan bahan perekat (zat pengikat) yang diikuti dengan proses pengeringan dan jika perlu dilakukan proses karbonisasi kembali.

Menurut Sudrajat dan Saleh (1982), sifat-sifat briket arang meliputi kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat, zat mudah menguap, kerapatan keteguhan tekan dan nilai kalor. Lebih lanjut dijelaskan bahwa persyaratan umum standar kualitas briket arang meliputi karbon terikat meliputi karbon tertinggi (>60%), zat mudah menguap (<30%), kadar abu (<8%), kerapatan (>0,7g/cm<sup>3</sup>), kadar air (<8%), nilai kalor tinggi (> 6000 kal/g), kerapatan tinggi (> 0,7 g/cm<sup>3</sup>), dan keteguhan tekan (> 12,0 kg/cm<sup>2</sup>). Untuk mengetahui kualitas briket arang yang dihasilkan digunakan standar SNI 01-6235-2000 seperti pada Tabel .

Tabel 1. Spesifikasi Sifat Kualitas Briket Arang Berdasarkan SNI 01-6235-2000 dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.

Sifat-sifat Briket Arang	Standar	
	SNI	BPPK
Kadar air ( <i>moisture content</i> )%	Maksimum 8	7,57
Kadar mudah terbang ( <i>volatile matter content</i> )%	Maksimum 15	16,14
Kadar abu ( <i>ash content</i> )%	Maksimum 8	5,51
Kadar Karbon terhambat ( <i>fixed carbon content</i> )%	-	78,35
Kerapatan ( <i>density</i> ) kg/cm <sup>3</sup>	-	0,4407
Keteguhan tekan g/cm <sup>2</sup>	-	-
Nilai kalor ( <i>calorific value</i> ) kal/g	Minimum 5000	6814,11

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2000 dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 1994.

Menurut Sudrajat dan Saleh (1982), jenis kayu, jenis perekat dan pengempaan berpengaruh terhadap keteguhan tekan, kerapatan, kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, dan nilai kalor briket arang yang dihasilkan. Saripuddin (1996) menjelaskan, kayu dengan berat jenis yang tinggi akan menghasilkan briket arang yang lebih berat dalam setiap volume, memiliki nilai kerapatan, kadar karbon terikat dan nilai kalor yang tinggi pula. Persentase kadar karbon terikat erat hubungannya dengan tekanan kadar zat mudah menguap dimana semakin tinggi kadar zat mudah menguap maka makin rendah kadar karbon terikatnya.

Hendra dan Darmawan S, (2000) menjelaskan bahwa briket arang yang memiliki kadar air rendah menyebabkan nilai kalor meningkat dan briket arang lebih mudah terbakar. Kadar karbon sangat dipengaruhi oleh zat mudah menguap dan kadar abu, semakin tinggi kadar abu dan zat mudah menguap menyebabkan

turunnya kadar karbon. Abu merupakan bagian yang tersisa dari pembakaran, salah satu unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi nilai kalor, briket arang semakin baik. Tingginya kadar zat mudah menguap akan menimbulkan asap lebih banyak akibat reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol. Kerapatan akan berpengaruh terhadap pengemasan, penyimpanan, dan pengangkutan briket arang, semakin besar kerapatan menyebabkan volume atau ruang yang diperlukan akan lebih kecil untuk berat briket arang yang sama.

Kayu yang mempunyai kadar abu dan silika tinggi akan menghasilkan briket arang dengan kadar abu yang tinggi pula. Besar kecilnya kadar abu ditentukan oleh kadar organik kayu yang terbakar. Komponen abu kayu yang utama adalah kalsium, kalium dan magnesium (Fengel dan Wegener, 1995).

Briket arang dapat langsung digunakan sebagai bahan keperluan memasak, dalam skala besar berfungsi sebagai adsorpsi cairan pada industri gula, minyak goreng, minuman ringan, alkohol, pembuatan noritaseton, koagulasi serta dapat menghilangkan gas yang berbau dan mencegah gas beracun (Departemen Pertanian, 2002).

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian berlangsung selama bulan Februari sampai Maret 2008 yang terdiri dari pengambilan sampel serbuk gergaji kayu Jati, di UD. Siswa Jaya, Jl. Pajaian, Kecamatan Biring Kanaya, Kotamadya Makassar, Propinsi Sulawesi Selatan. Pembuatan Arang di Laboratorium Ketechnikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Pembuatan dan pengujian briket arang dilakukan di Laboratorium Fisika dan Mekanika Balai Industri Makassar Depertemen Perindustrian dan Perdagangan dan PT. Superitending Company of Indonesia (Sucopindo), Makassar, Sulawesi Selatan.

#### B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, rang. tungku pembakaran, alat penggiling, alat pengempa, cetakan briket, ayakan 60 mesh, wadah plastik, termometer, desikator, oven, kuas, gelas ukur, timbangan analitik dengan ketelitian 0,001, cawan porselin, *universal testing gebruder amsler* dan *perioxide bomb calorimeter*. Bahan yang digunakan adalah serbuk gergaji kayu jati dengan bahan perekat dari tapioka, kayu kering sebagai umpan api, korek api, tanah liat, air dan kain basah.

## C. Prosedur Penelitian

### 1. **Perlakuan Bahan Baku**

Bahan baku yang akan dibuat arang berasal dari limbah berupa serbuk gergaji kayu jati yang sudah tidak dimanfaatkan. Serbuk gergaji kayu ini kemudian dibersihkan dari kotoran dan dikering udarakan.

### 2. **Cara Pengarangan**

Sebelum contoh dimasukkan kedalam drum, terlebih dahulu masukkan rang yang berdiameter 10 cm dan ditempatkan tegak lurus pada tengah atau pusat drum kemudian *kiln* diisi dengan serbuk gergajian sampai penuh. Selanjutnya di bawah tungku kemudian diberi potongan kayu bakar atau serutan kayu yang kering sebagai umpan. Setelah api dinyalakan, tunggu sampai nyala api merembet kedalam tungku melalui lubang udara sehingga bahan baku yang terdapat dalam tungku terbakar sempurna. Jika pembakaran telah berlangsung dan diperkirakan apinya tidak akan mati maka *kiln* ditutup dan selanjutnya dipasang cerobong asap. Hal ini dilakukan agar lebih mengarahkan asap hasil pembakaran yang keluar setelah pembakaran bahan baku berjalan. Selanjutnya dilakukan pengaturan lubang udara berdasarkan pengamatan terbakarnya bahan baku yang nyala apinya terlihat dari lubang udara. Apabila pada lubang terdekat dengan lubang pembakaran terlihat sudah terbakar maka lubang udara tersebut ditutup dengan tanah liat, demikian selanjutnya sampai pada lubang terakhir. Proses pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari cerobong sudah tipis dan berwarna kebiru-biruan, pada saat ini semua lubang udara yang masih terbuka termasuk cerobong asap ditutup rapat. Proses pengarangan serbuk kayu gergaji berlangsung

sekitar 3 jam. Untuk memulai proses pendinginan, dibagian atas penutup tungku diberi pasir atau tanah serta cerobong asap ditutup dengan kain basah sehingga tidak ada udara yang masuk ataupun keluar. Proses pendinginan berlangsung  $\pm$  4 jam. Setelah dingin tutup *kiln* dibuka dan hasil arang dipisahkan dari abu.

### 3. Pengayakan Serbuk Arang

Dalam pembuatan briket arang, ukuran kehalusan serbuk arang perlu diperhatikan. Oleh karena itu, serbuk arang yang diperoleh disaring terlebih dahulu dengan menggunakan saringan 60 mesh sebelum diproses menjadi briket. Serbuk arang yang digunakan adalah serbuk yang lolos dari saringan 60 mesh.

### 4. Pembuatan Briket Arang

- Dalam pembuatan briket arang ini menggunakan komposisi antara berat serbuk arang dan perekat tapioka (campuran tapioka dan air 30 ml yang telah dipanaskan pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$ ) sebagai berikut :
  - a. Serbuk arang sebanyak 25 g ditambah perekat tapioka 1 g.
  - b. Serbuk arang sebanyak 25 g ditambah perekat tapioka 2 g.
  - c. Serbuk arang sebanyak 25 g ditambah perekat tapioka 3 g.
- Dengan demikian penambahan bahan perekat tapioka ke dalam serbuk arang masing-masing 4%, 8% dan 12% dari berat serbuk arang.
- Adonan campuran perekat dan serbuk arang dimasukkan dalam cetakan yang dilengkapi alat penekan, kemudian dilakukan pengempaan dengan beban sebesar 400 kg.

## 5. Pengeringan

Briket arang yang diperoleh masih dalam keadaan basah dan mudah hancur sehingga perlu dikeringkan dalam oven pada suhu 60<sup>0</sup>C selama 24 jam. Setelah itu dilakukan pengemasan dalam kantong plastik dan ditutup rapat-rapat untuk menjaga agar briket arang tetap dalam keadaan kering.

### D. Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati untuk menentukan sifat arang meliputi sifat kimia dan sifat fisik terdiri atas pengujian dan pengukuran kadar air, zat mudah menguap, kadar abu yang disesuaikan dengan standar SNI 01-6235-2000, nilai kalor disesuaikan dengan standar yang berlaku di PT. Superitending Company of Indonesia (Sucopindo), sedangkan untuk pengujian dan pengukuran kadar karbon terikat, kerapatan dan keteguhan tekan disesuaikan dengan standar ASTM, No. D 1762-84, 1984.

#### 1. Kadar air

Berat contoh arang sebanyak 1 gram dikeringkan dalam oven listrik/tanur pada suhu 115° C selama ± 3 jam, lalu ditimbang dan dikering tanurkan kembali sampai beratnya konstan. Rumus perhitungan kadar air yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{Ba - Bkt}{Bkt} \times 100\%$$

Keterangan : Ba = Berat sampel sebelum dikeringkan (g)

Bkt = Berat sampel kering tanur (g)



## 2. Kadar Abu

Cawan porselin yang berisikan 2 gram contoh uji ditempatkan dalam *oven* listrik/tanur pada suhu  $\pm 900$  °C selama 2 jam lalu didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,001. Kadar abu dinyatakan dengan rumus:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{Bobot abu (g)}}{\text{Bobot contoh (g)}} \times 100\%$$

## 3. Kadar Zat Menguap

Menimbang 2 gram contoh uji pada cawan porselin yang sudah diketahui beratnya, dipanaskan dalam *oven* listrik/tanur pada suhu  $\pm 950$  °C selama 7 menit lalu didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,001.

Kadar zat mudah menguap dinyatakan dengan rumus:

$$\text{Kadar zat mudah menguap} = \frac{(X_1 - X_2)}{X_1} \times 100\%$$

Di mana :  $X_1$  = Bobot awal (g)

$X_2$  = Bobot akhir (g)

## 4. Kadar Karbon Terikat

Prinsip penentuan kadar karbon terikat adalah menghitung fraksi karbon dalam briket arang, tidak termasuk zat menguap dan abu. Kadar karbon terikat briket arang dihitung dengan menggunakan perhitungan :

$$\text{Kadar karbon terikat} = 100 - (\text{Kadar abu} + \text{kadar zat menguap}) \%$$



## 5. Kerapatan

Kerapatan dinyatakan dalam perbandingan berat dan volume yaitu dengan cara menimbang briket arang dan mengukur volumenya. Perhitungan volume briket arang dengan menggunakan rumus:

$$V_1 = \frac{t_1}{3} (Lp + \sqrt{Lp \cdot Lu} + Lu)$$

$$V_2 = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot t_2 \quad \text{dan} \quad V_{\text{tot}} = V_1 + V_2$$

Keterangan:  $Lp$  = Luas Permukaan

$Lu$  = Luas Ujung

$t_1$  = Tinggi briket arang

$t_2$  = Tinggi cincin briket arang

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 15. Kerapatan briket arang dihitung dengan menggunakan perhitungan:

$$\text{Kerapatan (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Bobot briket arang (g)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

## 6. Keteguhan Tekan

Prinsip pengukuran keteguhan tekan adalah mengukur kekuatan tekan briket dengan memberikan penekanan sampai briket pecah. Pengukuran keteguhan tekan dilakukan dengan menggunakan alat *universal testing gebruder amsler* dimana beban diberikan adalah maksimum 10 ton. Penekanan yang diberikan dilakukan secara perlahan-lahan sampai briket tersebut pecah. Angka pada skala dikonversikan dalam satuan  $\text{kg/cm}^2$  merupakan besar keteguhan tekan

briket persatuan luas. Penentuan keteguhan tekan dihitung dengan menggunakan perhitungan:

$$\text{Keteguhan tekan (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Beban penekanan (kg)}}{\text{Luas permukaan briket (cm}^2\text{)}}$$

### 7. Nilai Kalor

Pengukuran nilai kalor dilakukan dengan alat *perioxide bomb calorimeter* digital, dengan proses sebagai berikut:

- a. Menyiapkan sampel sebanyak 1 gram, kemudian meletakkan di mangkok pembakaran.
- b. Memasang kawat yang telah dihubungkan dengan elektroda pada sampel.
- c. Memasukkan rangkaian ini ke dalam silinder bom yang sebelumnya diisi dengan aquades sebanyak 5 ml.
- d. Memasukkan oksigen murni ke dalam silinder bom sampai tekanannya mencapai 30-35 atmosfer.
- e. Memasukkan bom silinder ke dalam panci silinder yang telah diisi 2 liter aquades, kemudian memasukkan panci silinder ke dalam mantel silinder serta memasang elektroda-elektrodanya.
- f. Memasang penutup mantel silinder sedemikian rupa, sehingga pengaduk bisa berputar bebas dalam panci silinder yang berisi air.
- g. Menginput data yang diperlukan seperti kode sampel, berat sampel dan nomor panci.



### E. Rancangan Percobaan

Perlakuan dalam penelitian ini adalah perbedaan penambahan perekat dalam pembuatan briket arang serbuk gergaji kayu jati dengan tiga taraf perlakuan, yaitu:

- a. Serbuk arang sebanyak 25 g ditambah perekat tapioka 1 g.
- b. Serbuk arang sebanyak 25 g ditambah perekat tapioka 2 g.
- c. Serbuk arang sebanyak 25 g ditambah perekat tapioka 3 g.

Model rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan tiga kali ulangan. Model matematikanya adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1,2,3$$

$$j = \text{banyaknya ulangan (1,2,3)}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = Angka pengamatan percobaan

$\mu$  = Rata-rata pengamatan

$\alpha_i$  = Efek perlakuan ke-i ( $i = 1,2,3$ )

$\epsilon_{ij}$  = Efek kesalahan percobaan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j (1,2,3)

Data diolah dengan sidik ragam yang bertujuan untuk melihat pengaruh perlakuan yang diberikan. Untuk mengetahui pengaruh antara masing-masing perlakuan komposisi persentase perekat maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ).

$$BNJ = \omega = q\alpha (p, n_2). SY$$

Dimana:

$\Omega$  = Nilai uji tukey

$q\alpha$  = Nilai tabel tukey

$p$  = Jumlah perlakuan

$n_2$  = Derajat bebas galat

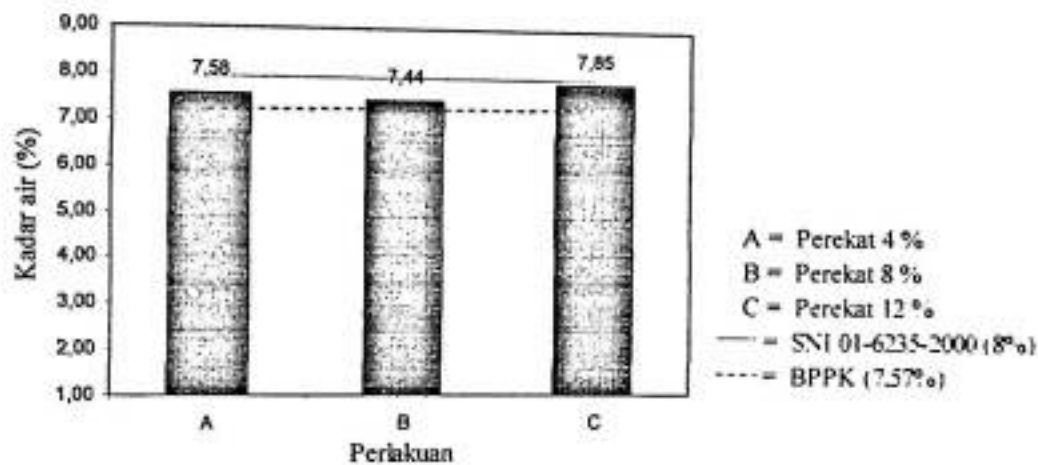
$SY$  =  $\sqrt{\{(KT Galat) / r\}}$

Dimana  $r$  = Jumlah ulangan

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kadar Air

Hasil perhitungan kadar air briket arang serbuk gergaji kayu jati pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 1 dan hasil analisis ragam untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat tapioka terhadap kadar air dapat dilihat pada Lampiran 2. Sedangkan hasil perhitungan kadar air rata-rata briket arang serbuk gergaji kayu jati dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar Air Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati

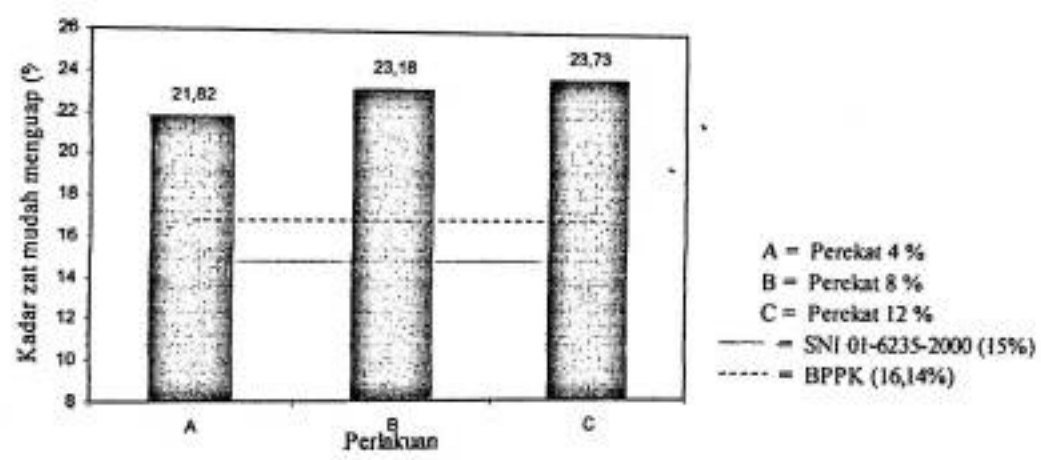
Hasil perhitungan kadar air menunjukkan bahwa kadar air briket arang dengan penambahan perekat 4%, 8% dan 12% memiliki nilai rata-rata dari setiap perlakuan masing-masing sebesar 7,58%, 7,44% dan 7,85%. Nilai rata-rata kadar air yang dihasilkan pada briket arang yang menggunakan persentase perekat tapioka 4%, 8% dan 12% memenuhi standar kualitas arang berdasarkan SNI 01-6235-2000 yaitu maksimal 8% untuk briket arang kayu dan BPPK yaitu maksimal 7,57%.

Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap kadar air yang disajikan pada Lampiran 2 menjelaskan bahwa perlakuan penambahan perekat berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air briket arang serbuk gergaji kayu jati.



### 2. Kadar Zat Mudah Menguap

Hasil perhitungan kadar zat mudah menguap tiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan hasil analisis ragam untuk mengetahui pengaruh persentase perekat terhadap kadar zat mudah menguap dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil perhitungan kadar zat mudah menguap rata-rata briket arang serbuk gergaji kayu jati dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kadar Zat Mudah Menguap Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati .

Hasil perhitungan kadar zat mudah menguap menunjukkan bahwa kadar zat mudah menguap briket arang dengan penambahan perekat 4%, 8% dan 12% memiliki nilai rata-rata dari tiap perlakuan masing-masing sebesar 21,82%, 23,18% dan 23,73%. Apabila dibandingkan dengan standar berdasarkan SNI 01-6235-2000 maksimum 15% dan BPPK maksimum 16,14% tentang briket arang kayu, maka dari tiga perlakuan yang ada tidak satupun yang memenuhi standar.

Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap kadar zat mudah menguap disajikan pada Lampiran 4, yang menunjukkan bahwa perbedaan penambahan perekat tapioka berpengaruh sangat nyata terhadap zat mudah menguap briket arang serbuk gergaji kayu jati. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap kadar zat mudah menguap briket arang, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji BNJ Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang

Perlakuan	Rata-rata Kadar Zat Mudah Menguap (%)	BNJ 0,01 0,1595
C(perekat 12%)	23,73	a
B(perekat 8%)	23,18	b
A(perekat 4%)	21,82	c

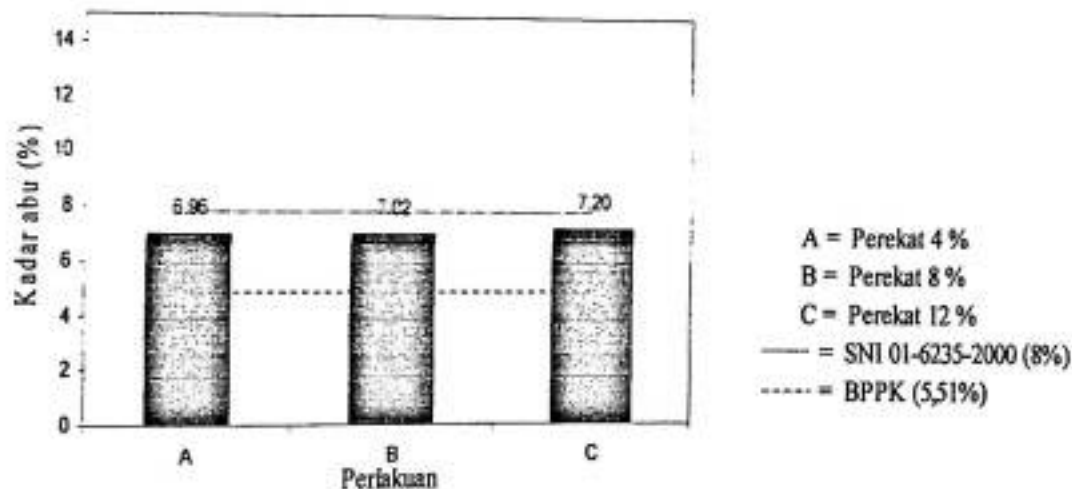
Keterangan: Huruf yang Tidak Sama Berbeda Nyata.

Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan briket arang dengan penambahan perekat tapioka 4%, 8% dan 12% berbeda nyata dengan semua perlakuan terhadap kadar zat mudah menguap briket arang serbuk gergaji kayu jati. Pengaruh tingginya kadar zat mudah menguap dapat disebabkan oleh komposisi kimia tapioka yang mengandung kandungan zat ekstraktif berupa protein 0,3-1% dan lemak 0,1-6,4%. Selain dipengaruhi oleh kandungan lignin dan zat ekstraktif bahan baku juga dipengaruhi oleh suhu dan lamanya proses karbonisasi. Semakin tinggi suhu dan lamanya proses karbonisasi maka penguapan yang terjadi pada zat mudah menguap semakin kecil. Zat menguap tersebut teruapkan dalam bentuk gas maupun cairan berupa ter. Hal ini sejalan yang dikemukakan oleh Syahrudin, (1987) bahwa pada suhu 200 - 400 °C sebagian besar selulosa murni terurai secara intensif di samping pembentukan gas juga dijumpai sejumlah kecil senyawa karbon pada suhu 400 - 500 °C lignin

terurai dan dihasilkan lebih banyak ter sedangkan gas menurun dengan meningkat suhu, maka gas  $\text{CO}_2$  semakin berkurang sedangkan gas  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  dan  $\text{H}_2$  semakin meningkat.

### 3. Kadar Abu

Hasil perhitungan rata-rata kadar abu briket arang dari serbuk gergaji kayu jati dengan perlakuan perekat yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 5, sedangkan hasil analisis ragamnya disajikan pada Lampiran 6. Hasil analisis ragam tersebut menunjukkan bahwa perlakuan perekat yang berbeda berpengaruh tidak nyata terhadap kadar abu briket arang. Untuk mengetahui kadar abu briket arang pada setiap perlakuan, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kadar Abu Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati

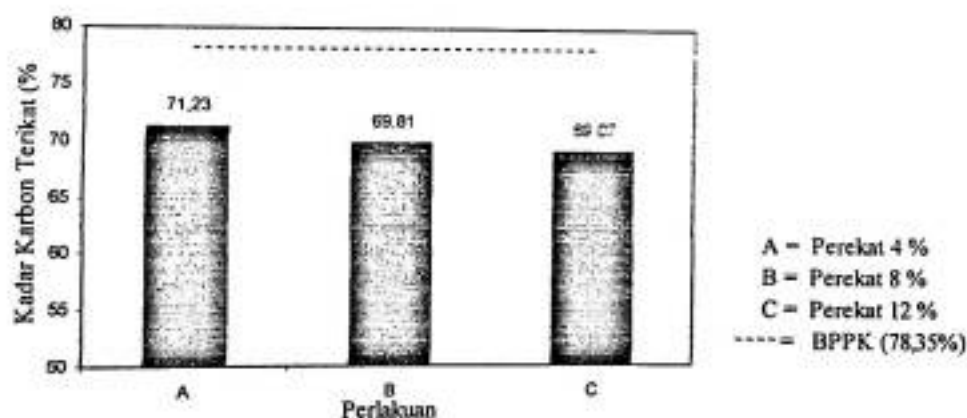
Hasil pengujian kadar abu briket arang serbuk gergaji kayu jati dari tiga perlakuan persentase perekat yaitu 4%, 8%, dan 12% dengan nilai masing-masing 6,96%, 7,02% dan 7,20 % menunjukkan semuanya memenuhi standar kualitas briket arang kayu menurut SNI 01-6235-2000 (<8%) sedangkan standar BPPK (<5,51%) tidak memenuhi. Hasil analisis ragam terhadap kadar abu Lampiran 6



memperlihatkan bahwa perlakuan penambahan persentase perekat tapioka terhadap kadar abu briket arang serbuk gergaji kayu jati berpengaruh tidak nyata.

#### 4. Kadar Karbon Terikat

Hasil perhitungan rata-rata kadar karbon terikat di dalam briket arang dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan kadar zat mudah menguap. Perhitungan nilai kadar karbon terikat briket arang serbuk gergaji kayu jati dari tiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 7 dan untuk hasil analisis ragam yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat pada kadar karbon terikat briket arang serbuk gergaji kayu jati dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil perhitungan kadar karbon terikat rata-rata briket arang dari serbuk gergaji kayu jati dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar Karbon Terikat Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati

Nilai kadar karbon terikat rata-rata yang dihasilkan pada penelitian ini untuk briket arang serbuk gergaji kayu jati dengan perekat tapioka 4%, 8%, dan 12% memiliki nilai masing-masing sebesar 71,23%, 69,31% dan 69,07%. Bila dibandingkan dengan standar yang digunakan yaitu standar BPPK sebesar 78,35%, briket yang dihasilkan tidak memenuhi standar.

Hasil analisis ragam nilai kadar karbon terikat pada Lampiran 8 menunjukkan bahwa perlakuan jumlah penambahan perekat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar karbon terikat yang dihasilkan. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap kadar karbon terikat briket arang serbuk gergaji kayu jati, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji BNJ Kadar Karbon Terikat Briket Arang

Perlakuan	Rata-rata Kadar Karbon Terikat (%)	BNJ 0,01 1,5907
A(perekat 4%)	71,23	a
B(perekat 8%)	69,81	ab
C(perekat 12%)	69,07	b

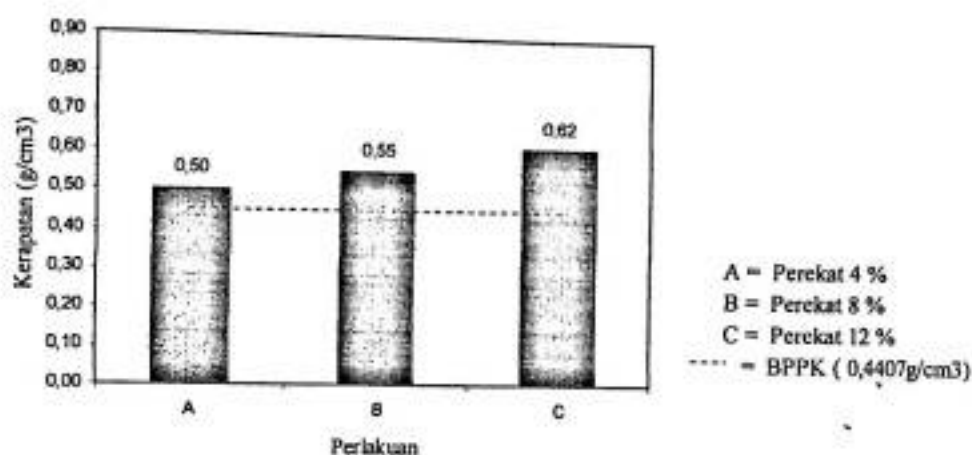
Keterangan: Huruf yang Tidak Sama Berbeda Nyata

Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa penambahan perekat tapioka 4% berbeda nyata dengan penambahan perekat tapioka 12%. Sedangkan briket arang serbuk gergaji kayu jati dengan penambahan perekat 8% berbeda tidak nyata dengan penambahan perekat 4% dan 12% terhadap kadar karbon terikat. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar penambahan perekat tapioka yang digunakan maka semakin rendah kadar karbon terikatnya.

Rendahnya kadar karbon terikat disebabkan tingginya kadar zat mudah menguap. Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh besarnya kadar zat mudah menguap dimana semakin tinggi kadar zat mudah menguap semakin rendah kadar karbon terikatnya, begitu pula sebaliknya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Saripuddin (1996) bahwa persentase kadar karbon terikat erat hubungannya dengan tekanan kadar zat mudah menguap di mana semakin tinggi kadar zat mudah menguap maka makin rendah kadar karbon terikatnya.

## 5. Kerapatan

Hasil perhitungan nilai kerapatan tiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 9, sedangkan hasil analisis ragam dan hasil uji BNJ untuk menentukan pengaruh penambahan perekat tapioka pada briket arang serbuk gergaji kayu jati dapat dilihat pada Lampiran 10. Berdasarkan nilai kerapatan maka dibuat diagram nilai kerapatan rata-rata dari setiap perlakuan yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kerapatan Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati

Hasil perhitungan kerapatan menunjukkan bahwa kerapatan briket arang dengan penambahan perekat 4%, 8%, dan 12%. Memiliki nilai rata-rata dari tiap perlakuan masing-masing sebesar 0,50 g/cm<sup>3</sup>, 0,55 g/cm<sup>3</sup>, dan 0,62 g/cm<sup>3</sup>. Berdasarkan standar BPPK yaitu minimum 0,4407 g/cm<sup>3</sup>, briket arang serbuk gergaji kayu jati dari tiga perlakuan yang dihasilkan telah memenuhi standar.

Tabel 4. Hasil Uji BNJ Kerapatan Briket Arang

Perlakuan	Rata-rata Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	BNJ 0,01 0,06
C(perekat 12%)	0,62	a
B(perekat 8%)	0,55	b
A(perekat 4%)	0,50	b

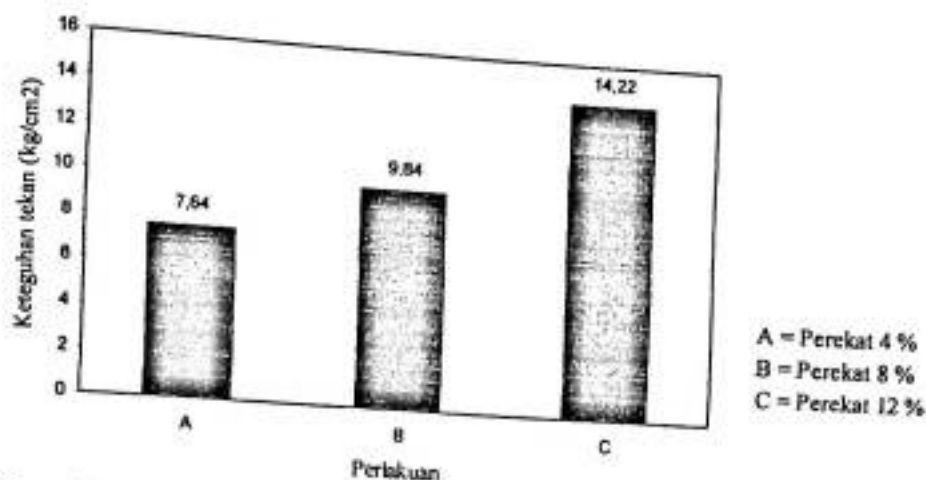
Keterangan: Huruf yang Tidak Sama Berbeda Nyata

Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan briket arang serbuk gergaji kayu jati dengan penambahan perekat tapioka 12% berbeda nyata dengan penambahan perekat 8% dan 4%. Sedangkan briket arang serbuk gergaji kayu jati dengan penambahan perekat 8% berbeda tidak nyata dengan penambahan perekat 4%.

Kerapatan briket arang serbuk gergaji kayu jati meningkat seiring dengan bertambahnya perekat tapioka yang digunakan. Kerapatan berpengaruh terhadap kualitas briket arang, di mana briket arang dengan kerapatan yang tinggi dapat meningkatkan nilai kalor bakar briket arang. Besar kecilnya kerapatan ini dipengaruhi oleh ukuran dan kohomogenan arang penyusun briket arang tersebut, dimana ukuran serbuk arang yang digunakan seragam yaitu 60 mesh. Semakin tinggi keseragaman ukuran serbuk arang maka akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan dan keteguhan yang semakin tinggi pula (Nurhayati, 1983). Tekanan pengempaan yang diberikan juga berpengaruh terhadap kerapatan, di mana semakin tinggi tekanan yang diberikan maka semakin tinggi pula kerapatan yang dihasilkan. Kerapatan akan berpengaruh terhadap pengemasan, penyimpanan dan pengangkutan briket arang.

#### **6. Keteguhan Tekan**

Hasil perhitungan nilai keteguhan tekan dari tiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 11 dan hasil analisis ragam untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat terhadap keteguhan tekan dapat dilihat pada Lampiran 12. Sedangkan hasil perhitungan rata-rata keteguhan tekan briket arang serbuk gergaji kayu jati dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Keteguhan Tekan Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati

Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap keteguhan tekan disajikan pada Lampiran 12, yang menunjukkan bahwa perbedaan penambahan perekat berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan tekan briket arang. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap keteguhan tekan briket arang, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji BNJ Keteguhan Tekan Briket Arang

Perlakuan	Rata-rata Keteguhan Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	BNJ 0,01 3,2625
C(perekat 12%)	14,22	a
B(perekat 8%)	9,84	b
A(perekat 4%)	7,64	b

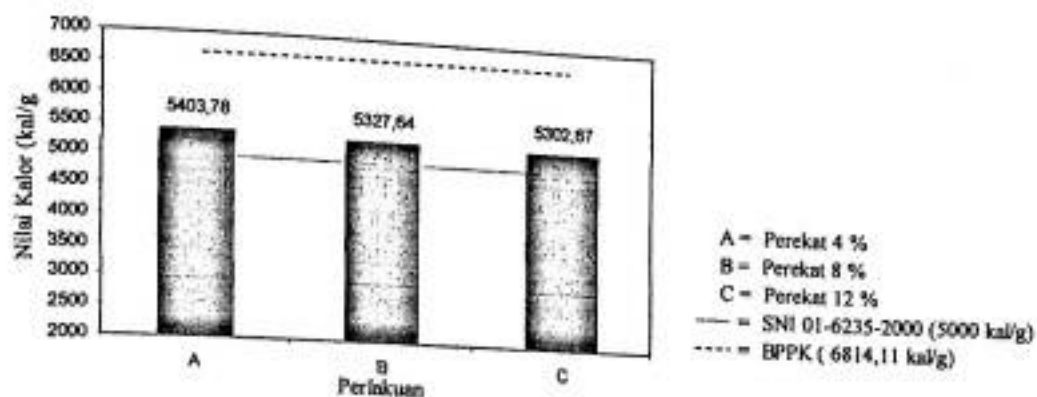
Keterangan: Huruf yang Tidak Sama Berbeda Nyata

Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan briket arang dengan penambahan perekat tapioka 12% berbeda nyata dengan penambahan perekat 8% dan 4%. Sedangkan penambahan perekat 8% berbeda tidak nyata dengan penambahan perekat 4% terhadap keteguhan tekan briket arang serbuk gergaji kayu jati.

Tingginya keteguhan tekan briket arang serbuk gergaji kayu jati disebabkan karena bahan baku yang digunakan memiliki kerapatan yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sudrajat dan Saleh (1982), bahwa briket arang dari bahan baku kayu yang berkerapatan rendah memberikan nilai yang rendah pula dalam keteguhan tekannya, sedangkan briket arang dari bahan baku yang berkerapatan tinggi memberikan nilai yang tinggi pula dalam keteguhan tekannya. Selain itu rendahnya keteguhan tekan juga disebabkan tekanan pengempaan yang diberikan terbatas, dalam penelitian ini tekanan yang diberikan sebesar 400 kg. Keteguhan tekan menunjukkan daya tahan atau kekompakan briket terhadap tekanan luar sehingga mengakibatkan briket itu pecah atau hancur. Semakin besar nilai keteguhan tekan berarti daya tahan atau kekompakan briket semakin baik (Hendra dan Darmawan, 2000).

#### **7. Nilai Kalor**

Hasil perhitungan nilai kalor tiap perlakuan dapat dilihat Lampiran 13. Sedangkan hasil analisis ragam untuk menentukan pengaruh penambahan perekat tapioka terhadap nilai kalor pada briket arang dapat dilihat pada Lampiran 14. Hasil perhitungan nilai kalor rata-rata briket arang dari serbuk gergaji kayu jati dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai Kalor (kal/g) Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati

Hasil pengujian nilai kalor menunjukkan bahwa briket arang dengan penambahan perekat 4%, 8% dan 12% memiliki nilai kalor rata-rata dari tiap perlakuan masing-masing sebesar 5403,78 kal/g, 5323,64 kal/g dan 5302,67 kal/g. Bila dibandingkan dengan standar SNI 01-6235-2000 (minimum 5000 kal/g) tentang briket arang kayu, briket yang dihasilkan telah memenuhi standar. Sedangkan apabila dibandingkan dengan standar BPPK (minimum 6814,11 kal/g) briket rendah yang dihasilkan tidak memenuhi standar. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa semakin rendah penggunaan penambahan perekat briket arang maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap nilai kalor (Lampiran 14) memperlihatkan bahwa perlakuan penambahan perekat tapioka berpengaruh nyata terhadap nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu jati. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap nilai kalor briket arang, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji BNJ Nilai Kalor Briket Arang

Perlakuan	Rata-rata Nilai Kalor (Kal/g)	BNJ 0,05
A(perekat 4%)	5403,78	59,7972
B(perekat 8%)	5327,64	a
C(perekat 12%)	5302,67	b
		b

Keterangan: Huruf yang Tidak Sama Berbeda Nyata

Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan briket arang dengan penambahan perekat tapioka 4% berbeda nyata dengan penambahan perekat 8% dan 12%. Sedangkan penambahan perekat 8% berbeda tidak nyata dengan penambahan perekat 12% terhadap nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu jati.

Hasil perhitungan nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu jati yang diperoleh menunjukkan semakin rendah penambahan perekat tapioka yang digunakan maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket arang. Semakin rendah kadar air dan kadar abu briket arang maka nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan akan meningkat. Selain itu nilai kalor erat hubungannya dengan kadar karbon terikat yang terkandung di dalam briket arang. Semakin tinggi kadar karbon terikat dalam briket arang maka semakin tinggi pula nilai kalor briket arang. Hal ini disebabkan di dalam proses pembakaran membutuhkan karbon yang bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan kalor.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai pengaruh penambahan perekat tapioka terhadap kualitas briket arang serbuk gergaji kayu jati maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan perekat tapioka 4%, 8%, dan 12% adalah kadar air, kadar abu dan nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu jati memenuhi Standar SNI 01-6235-2000 tentang briket arang kayu.
2. Penambahan perekat tapioka 4%, 8%, dan 12% adalah kadar air, kadar abu, dan nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu jati memenuhi standar BPPK tentang briket arang kayu.

### B. Saran

1. Untuk mendapatkan briket arang yang berkualitas baik, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh tekanan pengempaan dan lama pengeringan briket arang.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai studi analisis kelayakan usaha pada pembuatan briket arang dari serbuk gergajian kayu jati.

## DAFTAR PUSTAKA



- Abdullah, K., A.K. Irwanto, N. Siregar, E. Agustina, A.H. Tambunan, M. Yamin, E. Hartulistiyoso dan Y.A. Purwanto, 1991. *Energi dan Listrik Pertanian*. IPB- Bogor.
- ASTM, 1984. *Standar Methods for Chemical Analysis of wood Charcoal*. Annul Book of ASTM Standar. Vol 04, 09, D. 1762. American Standar for Testing and Material. Philadelphia.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 1994. *Pedoman Teknis Pembuatan Briket Arang*. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional, 2000. SNI No. 01-6235-2000. *Briket Arang Kayu*. Jakarta.
- Departemen Kehutanan, 1994. *Menanam Jati*. Proyek Pengembangan Pengelolaan Hutan Rakyat. Sulawesi Selatan.
- Departemen Kehutanan, 2003. *Teknik Persemaian dan Informasi Benih Jati*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Yogyakarta.
- Departemen Pertanian. 1976. *Vademecum Kehutanan Indonesia*. Direktorat Jendral kehutanan. Jakarta. 226 hal.
- , 2002. Arang Briket. <http://www.indonext.com/cgi-bin/report.pl?ID=314>. [2 September 2007].
- Departemen Perindustrian, 1983. *Memasyarakatkan Hasil Penelitian/Pengembangan Berupa Peningkatan Keterampilan Maupun Proses untuk Membantu Industri Kecil Komiditi Arang Kayu*. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Banjar Baru.
- Departemen Perindustrian, 2001. *Pembuatan Arang Briket dari Serbuk Gergaji dengan Proses Pengepresan*. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Pontianak.
- Fengel, D. dan G. Wegener, 1995. *Kayu : Kimia Ultrastruktur Reaksi-reaksi*. Alih Bahasa : Hardjono Sastrohamidjojo. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gontara dan Ketaren, 1981. *Petunjuk Praktek Pengolahan Hasil Pertanian*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan dan Menengah Kejuruan, Jakarta.

- Hardjodarsono, 1994. *Jati (Tectona grandis L.f.)*. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM, Cetakan ke-4. Yogyakarta.
- Hartoyo, J. A. dan H. Rosliandi, 1990 Lima Jenis K. *Perancangan Pembuatan Briket Arang dari Kayu Indonesia*. Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan No. 106. Bogor.
- Hendra D, dan Darmawan S, 2000. *Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu dengan Penambahan Tempurung Kelapa*. Buletin Penelitian Hasil Hutan Vol. 18. No. 1 (2000) PP. 1-9.
- Hudaya, N. dan Hartoyo, 1990. *Pembuatan Arang Rendemen Tinggi dari Tempurung Kelapa dengan Klin Drum*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol 7(4):134-138. Bogor
- Iskandar, H. dan K.D., Santosa, 2005. *Cara Pembuatan Arang Kayu, Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu oleh Masyarakat*. ITTO Project PD 39/00 Ref 3(F). Sustainable Collaborative Forest Management, Meeting the Challenges of Dezentralitation in Bulungan Model Forest, Bogor. [Http://www.cifor.cgiar.org/publication/pdf](http://www.cifor.cgiar.org/publication/pdf). Akses 13 Februari 2007.
- Januardi, I.P.H., 1989. Pengaruh tekanan, Pengempaan dan Jenis Perekat dalam Pembuatan Arang Briket dari Tempurung Kelapa. Skripsi Sarjana Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mahfudz, 2003. *Teknik Persemaian dan Informasi Benih Jati*. Seri GNRHL. P3 BPTH. Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Yogyakarta.
- Nurhayati, ST., 1983 a. Sifat-sifat Arang, Briket dan Alkohol yang Dibuat dari Limbah Industri Kayu. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. No. 165 hal 27 – 33 Bogor.
- Nurhayati S.T., 1990. *Pembuatan Arang 4 Jenis Bambu dengan Cara Timbun*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 6. No. 8. hal. 495 – 498. Bogor.
- Saripuddin, 1996. *Studi Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Baku terhadap Sifat-Sifat Briket Arang*. Skripsi Sarjana Kehutanan. Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Sitorus, H., 1996. *Pengembangan Pembuatan Briket Sabut Kelapa untuk Ekspor*. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Manado.
- Sudrajat, R., dan S Saleh 1982. *Produksi Arang dan Briket Arang serta Prospek Penguasaannya*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.

- , 1994. *Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif*. Bagian Proyek Litbang Pemanfaatan Hasil HTI Pusat Litbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Sulistiyanto, A., 2006. *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa*. Media Mesin, Vol. 7 No. 2, hal. 77-84. Surakarta. [<http://eprints.ums.ac.id/583/01/5>. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa Aminnnnn.pdf].
- Suryani, A. 1986. *Pengaruh Pengempaan dan Jenis Perekat dalam Pembuatan Arang Briket dari Tempurung Kelapa Sawit*. Departemen Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suprptono, Sukaton, Wardhani, Wagiman, 1995. *Studi Pemanfaatn Limbah Serbuk Gergaji untuk Bahan Baku Briket Arang*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Lembaga Penelitian Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Syahrudin, 1987. *Perencanaan Alat Pembuat Briket Limbah Pertanian*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Ufi, M. N., 2007. *Pemanfaatan Limbah Daun Kelapa Sawit Sebagai Briket Bahan Bakar Alternatif*. Laporan Hasil Penelitian Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.