



## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu  
*Agathis (Agathis sp)*

Nama : Misra A Sassung Datu

Stambuk : M 121 02.063

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,**

**Panitia Ujian Lengkap Sarjana  
Program Studi Teknologi Hasil Hutan**



**Ir. Beta Putranto, M.Sc**  
**Nip. 130 792 980**

Tanggal Lulus : 22 Juli 2008

## ABSTRAK

**Misra A Sassung Datu (M 121 02 063). Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis (*Agathis sp*) di bawah bimbingan Bakri dan Baharruddin.**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas briket arang yang dihasilkan dari serbuk gergaji kayu agathis dengan penambahan perekat sagu. Kegunaan dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan bahan informasi dan pertimbangan bagi usaha pembuatan briket arang sehingga diperoleh kualitas yang baik.

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 dilakukan berdasarkan SNI 01-6235-2000 dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (BPPK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang yang dihasilkan dengan penambahan persentase perekat sagu 4% dan 8% berdasarkan SNI 01-6235-2000 untuk variabel kadar air, kadar zat mudah menguap dan nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu agathis telah memenuhi standar. Sedangkan briket arang serbuk gergaji kayu agathis dengan penambahan perekat sagu 12% variabel yang memenuhi standar yaitu kadar air, kadar zat mudah menguap dan nilai kalor. Berdasarkan standar BPPK penambahan persentase perekat 4%, 8%,12% untuk variabel yang memenuhi standar yaitu kadar air, kadar karbon terikat, zat mudah menguap dan kerapatan.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran **ALLAH SWT** karena berkat rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis (*Agathis sp*)**". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Atas selesainya penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

- Keluarga Tercinta : Ayahanda **Syahfilu Pasassung Datu** dan Ibunda **Munira To Marsuki, Om Majid To Marsuki**, Kakak dan Adik tersayang : **Musfiradillah Sek, Hasbullah Sek, Saldi, Sahril, Afirda, Egi, Sahnas, Arya, Nasya, Nurul** *Terima kasih atas do'anya, gelar ini kupersembahkan untuk kalian.*
- **Ir. Bakri, M.Sc** selaku pembimbing I sekaligus Penasehat Akademik 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 dan pengetahuan yang berharga baik dalam penelitian ini maupun selama menempuh kuliah

- **Prof. Dr. Ir. H. Djamal Sanusi, Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin., M.Sc dan 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 Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
- **Ir. Beta Putranto, M.Sc** Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
- Seluruh Dosen Pengajar dan Staf Pegawai Fakultas Kehutanan
- Seluruh Staf Pegawai Lab. Fisika dan Mekanika Balai Industri Makassar Departemen Perindustrian dan Perdagangan Makassar, Sulawesi Selatan.
- Seluruh rekan-rekan mahasiswa Kehutanan "ANGKATAN 02" terkhusus buat sahabat-sahabatku "**Titin, Herman, Nasrum, Yopa, Adi, Mirta, Irfan, Angga, Taufan, Lubis, Samidi, Murdiawati, Rika, Wa Ode, Yuki, Zul, Edwin, Imelda**"
- Thanks Buat Anak Bugil dan M Crew khususnya **Ode, K' Dammink, K' Mayu, K'Fire, Pendi, Ahyar, Cupe, Hudri, Pandi, Ade Akil, Fitri, Mbak Eni, Lina, Callink, dan Rena.**
- Rekan-rekan Angkatan 2001, 2003 ( **K' Tini, Kondik, Emmank, Ali, Jho, Daud, Fate, Anti, Sasa, Vera, Inci**) serta rekan-rekan Sylva yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
- Thanks buat kanda **Muh. Ali, ST** atas doa dan semangat yang diberikan.
- Spesial Buat **Andi Erwin, S.Sos** yang telah memberikan motivasi dan kasih sayangnya selama penyusunan skripsi.

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, 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 Agathis .....	4
B. Karbonisasi.....	5
C. Metode Pembuatan Arang	
1. Metode Konvensional/Timbun.....	7
2. <i>Kiln</i> Drum .....	7
3. <i>Kiln</i> Bata.....	8
D. Briket Arang.....	9
E. Mutu Briket Arang .....	11

F. Pembriketan (Densifikasi) .....	13
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
A. Waktu dan Tempat .....	17
B. Alat dan Bahan .....	17
C. Prosedur Penelitian	
1. Perlakuan Bahan Baku.....	18
2. Cara Pengarangan.....	18
3. Pengayakan Serbuk Arang .....	19
4. Pembuatan Briket Arang .....	19
5. Pengeringan .....	20
D. Variabel Pengamatan	
a. Kadar Air ( <i>Moisture Content</i> ) .....	20
b. Kadar Abu ( <i>Ash Content</i> ) .....	21
c. Kadar Zat Mudah Menguap ( <i>Volatile Matter</i> ).....	21
d. Kadar Karbon Terikat ( <i>Fixed Carbon</i> ).....	21
e. Kerapatan .....	22
f. Keteguhan Tekan .....	22
g. Nilai Kalor ( <i>Calor Value</i> ).....	23
E. Rancangan Percobaan.....	24
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Kadar Air ( <i>Moisture Content</i> ) .....	26
B. Kadar Zat Mudah Menguap ( <i>Volatile Matter</i> ) .....	27
C. Kadar Abu ( <i>Ash Content</i> ) .....	29
D. Kadar Karbon Terikat ( <i>Fixed Carbon</i> ) .....	30
E. Kerapatan .....	32
F. Keteguhan Tekan .....	34
G. Nilai Kalor ( <i>Calor Value</i> ) .....	37



**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	39
B. Saran .....	39

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Spesifikasi Sifat Kualitas Briker Arang Berdasarkan SNI 01-6235-2000 dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.....	12
2.	Hasil Uji BNJ Kadar Zat Mudah Menguap Briker Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis ... ..	28
3.	Hasil Uji BNJ Kadar Karbon Terikat Briker Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis ... ..	31
4.	Hasil Uji BNJ Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ ) Briker Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis .....	33
5.	Hasil Uji BNJ Keteguhan Tekan (%) Briker Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis .....	36
6.	Hasil Uji BNJ Nilai Kalor (kal/g) Briker Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis .....	38

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kadar Air Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	26
2.	Kadar Zat Mudah Menguap Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	27
3.	Kadar Abu Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	29
4.	Kadar Karbon Terikat Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	31
5.	Kerapatan Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	33
6.	Keteguhan Tekan Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	35
7.	Nilai Kalor Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil Perhitungan Kadar Air (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis .....	43
2.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kadar Air (%) dari Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis .....	43
3.	Hasil Perhitungan Kadar Zat Mudah Menguap(%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	44
4.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kadar Zat Mudah Menguap (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	44
5.	Hasil Perhitungan Kadar Abu (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis .....	45
6.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kadar Abu (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	45
7.	Hasil Perhitungan Kadar Karbon Terikat (%) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	46
8.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kadar Karbon Terikat Briket Arang dari Serbuk Gergaji kayu Agathis .....	46
9.	Hasil Perhitungan Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ ) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis .....	47
10.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ ) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	47
11.	Hasil Perhitungan Keteguhan Tekan ( $\text{kg/cm}^2$ ) Briket Arang dari Gergaji Kayu Agathis .....	48
12.	Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ Keteguhan Tekan ( $\text{kg/cm}^2$ ) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis ....	48



13.	Hasil Perhitungan Nilai Kalor (kal/g) Briket Arang Serbuk dari Gergaji Kayu Agathis.....	49
14.	Hasil Analisis Ragam dan uji BNJ Nilai Kalor (kal/g) Briket Arang dari Serbuk Gergaji Kayu Agathis.....	49
15.	Perhitungan Volume Briket Arang dari Serbuk Gergaji Agathis.....	50

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara penghasil kayu dan memiliki industri perkayuan yang sangat banyak baik industri-industri yang berskala besar maupun industri-industri berskala kecil. Diperkirakan terdapat 1.954 industri perkayuan yang sudah terdaftar, di samping itu masih banyak industri-industri kecil lainnya yang tidak terdaftar yang jumlahnya mencapai ribuan unit dan tersebar di pedesaan, sehingga potensi limbah kayu di Indonesia sangat banyak (Manurung dan Aritta, 1999). Limbah pengolahan kayu pada industri-industri kecil di pedesaan belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan potensi limbah gergajian kayu tersebut sangat besar dan diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya.

Salah satu bentuk limbah yang dihasilkan dari industri pengolahan kayu yang belum banyak dimanfaatkan yaitu serbuk gergaji. Serbuk gergaji yang dihasilkan dapat diolah menjadi briket arang yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Briket arang merupakan salah satu hasil non kayu yang sangat berguna bagi kebutuhan manusia. Arang telah lama dikenal sebagai bahan baku untuk keperluan rumah tangga. Meskipun fungsinya dapat dipenuhi oleh bahan lain, arang masih disukai terutama dalam bentuk briket. Dewasa ini permintaan akan arang kayu untuk industri meningkat karena bahan tersebut mempunyai sifat yang baik seperti kadar abu rendah, reaktif, dan daya serapnya tinggi (Saripuddin,1996).

Pemanfaatan briket arang mempunyai dampak positif antara lain mengurangi ketergantungan pemenuhan bahan bakar minyak bumi dan menekan laju pemakaian kayu bakar sebagai upaya memperkecil perluasan perambahan hutan. Mengingat limbah serbuk kayu gergajian yang cukup besar, produk briket arang mempunyai prospek yang baik dikembangkan.

Kayu agathis termasuk salah satu kayu yang memiliki nilai komersil dan banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Kelebihan kayu agathis antara lain terletak pada keawetan, kekuatan dan testur, sehingga memiliki nilai jual yang tinggi. Pemanfaatan kayu agathis dalam kehidupan manusia sangat banyak di antaranya sebagai kayu bangunan, tangkai korek api, potlot, meubel, peti pengepak, alat ukur dan gambar, finir, kayu lapis, dan juga pulp (Martawijaya, dkk, 1989).

Pemanfaatan kayu agathis dalam industri perkayuan seperti industri meubel, selain menghasilkan produk meubel yang diinginkan juga akan menghasilkan residu atau limbah berupa serbuk gergaji dan potongan-potongan kayu yang berukuran kecil. Untuk mengoptimalkan penggunaan kayu, maka seluruh sisa atau limbah dari hasil dari pengolahan industri meubel digunakan dalam menghasilkan produk-produk yang lebih bermanfaat daripada limbah terbuang begitu saja. Salah satu bentuk pengolahan limbah dari industri meubel yaitu mengolah limbah tersebut menjadi bahan bakar alternatif seperti *briket arang*. Untuk itu, penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui kualitas briket arang yang dihasilkan.

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas briket arang yang dihasilkan dari serbuk gergaji kayu agathis dengan penambahan perekat sagu. Kegunaan dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan bahan informasi dan pertimbangan bagi usaha pembuatan briket arang sehingga diperoleh kualitas yang baik.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Deskripsi Kayu Agathis

Menurut Van Steenis (1987), sistematika kayu agathis adalah sebagai berikut :

- Divisi : Spermatophyta
- Kelas : Dicotyledonae
- Sub kelas : Gymnospermae
- Ordo : Coniferales
- Famili : Araucariaceae
- Genus : Agathis
- Spesies : *Agathis sp*

Kayu agathis dengan percabangan mendatar melingkari batang terutama pada pohon yang masih muda, tajuk berbentuk kerucut dan berwarna hijau. Tinggi kadang-kadang mencapai 55 m dengan diameter 1,5 m, daun yang dewasa nampak berhadap-hadapan, tidak gepeng tapi agak tebal dan mengkilap dengan panjang 3-6 cm dan lebar 2-3 cm. Bijinya bersayap dan berlekat-lekatan. Buah yang khas sisipnya berlapis atap genteng dan jatuh setelah masak. Kulit biasanya tebal, batang berwarna kelabu sampai coklat tua. Pohon tidak berbanir, mengeluarkan damar yang lazim disebut kopal (Martawijaya,dkk., 1981).

Nama dagang agathis, nama lain yang dikenal atau nama daerah adalah damar. Daerah penyebarannya meliputi, Sumatera Utara, Sumatera Barat, seluruh Kalimantan, Jawa, Sulawesi, Maluku dan Irian Jaya. Kegunaan agathis yaitu

sebagai kayu perkakas atau meubel, plywood, peti, korek api, alat gambar, kayu bangunan, pulp, papan rangka pintu dan jendela (Depertemen Pertanian, 1976).

Dalam pengerjaannya kayu agathis mudah digergaji dan dikerjakan apabila diserut menimbulkan permukaan yang licin dan mengkilap. Kayu agathis dapat divernis dan setelah didempul dapat dipelitur sampai mengkilap. Sebelum pengerjaan kayu agathis harus secepatnya dikeringkan karena mudah diserang blue stain. Jenis kayu ini mudah dikeringkan tanpa ada perubahan bentuk dan pengeringannya dapat melalui dapur pengering maupun secara alami (Martawijaya, 1989). Kayu agathis berasal dari Maluku dan Sulawesi, tumbuh subur di Sumatera, Kalimantan dan Irian Jaya. Tumbuh baik di daerah dengan ketinggian 2 - 1750 m dari permukaan laut, kebanyakan di daerah berbukit-bukit pada tanah berpasir, berbatu-batu dan tanah liat yang tidak tergenang air (Atmosuseno dan Duljafar, 1996).

### **B. Karbonisasi**

Proses karbonisasi adalah reaksi eksoterm di mana panas yang dikeluarkan lebih besar dari pada panas yang diperlukan. Biasanya terlihat pada suhu 300°C - 400°C, suhu meningkat dengan cepat walaupun panas yang diberikan tetap. Pada proses pembakaran yang terjadi adalah proses karbonisasi di mana terjadi perubahan komponen bahan baku pada suhu 100 °C - 1000 °C, dengan perubahan terbesar pada suhu 200°C - 500°C (Yoyon, dkk., 2001 dalam Departemen Perindustrian, 2001).

Syahrudin, dkk. (1987) *dalam* Ufi (2007) mengemukakan bahwa tahap-tahap karbonisasi secara singkat adalah sebagai berikut :

- a. Pada awal pemanasan, air dalam bahan baku dilepaskan secara bersamaan CO dan CO<sub>2</sub> dalam jumlah kecil.
- b. Pada suhu 200°C - 400°C sebagian besar selulosa murni terurai secara intensif di samping pembentukan gas juga dijumpai sejumlah kecil senyawa karbon.
- c. Pada suhu 400°C - 500°C lignin terurai dan dihasilkan lebih banyak ter sedangkan gas menurun dan meningkatkan suhu, maka gas CO, CH<sub>4</sub>, CH<sub>2</sub> semakin meningkat.
- d. Pada suhu 500°C - 700°C pembentukan gas hydrogen semakin bertambah, terbentuknya karbon mencapai 90%.
- e. Di atas suhu 700°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 kayu dengan menggunakan metode konvensional, yang perlu diperhatikan dilakukan dengan modal yang kecil (Nurhayati, 1990). Selain itu, metode timbun juga mempunyai kelemahan yaitu poses karbonisasi tidak dapat diamati secara cermat atau sulit dikontrol dan proses pengarangan memerlukan waktu lama serta rendemen arang umumnya rendah (Depertemen Perindustrian, 1983).

Pada metode pembuatan arang dengan *kiln* baik timbun maupun konvensional, kayu langsung berhubungan dengan pemanas atau api dan tujuan utamanya memproduksi arang kayu (Depertemen Perindustrian, 1983). Metode *kiln* yang sangat sederhana adalah pembuatan arang dengan timbunan tanah. Prinsip kerjanya adalah kayu yang membara memberikan panas untuk berlangsungnya proses pengarangan (Hasyim, 1983 dalam Depertemen Perindustrian, 1983).

### 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. *Kiln* ini terbuat dari dua buah silinder dipasang secara bersambung. Cara kerjanya adalah panas dari panas 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. (Hasyim, 1983 dalam Deperteman 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 relatif murah (Hudaya dan Hartoyo, 1990).

### 3. *Kiln* Bata

Menurut Sudrajat dan Saleh (1994), klin bata merupakan modifikasi dari model Thailand yang dirancang untuk kemudahan operasi dan kualitas arang yang dihasilkan. Dengan menggunakan dinding terbuat dari bata yang diplester atau kombinasinya dengan campuran pasir dan semen, maka klin dapat dibuat dalam ukuran besar dan permanent 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.

Klin terdiri atas ruang pembakaran, pintu pemasukan kayu, lubang pembakaran, lubang udara, lubang penguapan dan cerobong asap. Badan dan atap *klin* 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 *klin* adalah 2,5 hari (55 jam) atau seluruhnya memerlukan siklus waktu 6 - 7 hari.

#### **D. Briket Arang**

Menurut Djatmiko, dkk (1985) bahwa arang kayu adalah residu yang terjadi atas hasil penguraian atau pemecahan kayu karena panas yang sebagian besar komponen kimianya adalah karbon. Peristiwa ini dilakukan dengan jalan memanasi langsung atau tidak langsung terhadap kayu di dalam timbunan, *klin*, *retort*, oven dengan atau tanpa udara terbatas. Arang merupakan bahan padat yang berpori dari hasil pembakaran bahan yang mengandung unsur C (karbon) dan sebagian besar pori-porinya masih tertutup dengan hidrokarbon, ter dan senyawa organik lain serta komponennya terdiri atas karbon terikat, abu, air, hidrogen, dan sulfur.

Briket adalah suatu perubahan bentuk curah jadi bentuk padat yang dihasilkan dari pemanfaatan komponen penyusunnya yang disertai dengan panas. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan briket arang adalah serbuk kayu

atau kayu yang berukuran kecil yang diperoleh dari limbah industri penggergajian atau industri lainnya (Hesti, 1996).

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 (Nurhayati, 1990). Sudrajat (1982), menyatakan bahwa jenis kayu, jenis perekat, dan tekanan pengempaan berpengaruh terhadap keteguhan tekan, kerapatan, kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, dan nilai kalor dari arang yang dihasilkan. Tinggi rendahnya kerapatan briket arang yang dihasilkan dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan. Kayu dengan kerapatan tinggi cenderung menghasilkan arang dan briket arang dengan kerapatan yang tinggi pula. Hal ini disebabkan karena bahan baku dengan kerapatan tinggi mempunyai serat kayu yang lebih rapat dan komposisi selulosa pada dinding sel yang lebih banyak.

Sudrajat (1982) menyatakan bahwa sifat-sifat briket arang meliputi kadar air, zat mudah menguap, karbon terikat, kadar abu, nilai kalor, kerapatan dan keteguhan tekan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa persyaratan umum standar kualitas briket arang meliputi karbon terikat tinggi ( $> 60\%$ ), zat mudah menguap ( $<30\%$ ), abu kecil ( $<8\%$ ), nilai kalor tinggi ( $>6000$  kal/g), kerapatan tinggi ( $>0,7$  g/cm<sup>3</sup>), dan keteguhan tekanan tinggi ( $>12,0$  kg/cm). Hendra dan Darmawan (2000), menjelaskan bahwa briket arang yang memiliki nilai 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. Tingginya kadar zat mudah menguap dapat menyebabkan 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 briket arang yang sama.

#### **E. Mutu Briket Arang**

Persyaratan kualitas arang berbeda menurut kegunaannya, arang kayu yang baik mempunyai sifat yaitu warna hitam dan warna kebiru-biruan, mengkilap, tidak menempel pada tangan, tidak terlalu cepat terbakar, terbakar dengan tidak berasap, dapat menyala terus dengan tidak dikipasi, dan berdenting seperti logam (Wardi, 1969 *dalam* Ngindra, 1993). Kisaran kadar zat terbang yang memenuhi persyaratan kualitas arang untuk peleburan bijih besi yaitu antara 15% - 20% (FAO, 1985).

Persyaratan briket arang juga tidak berbeda jauh dengan persyaratan arang. Millstein dan Morkved (1960) *dalam* Suryani (1986), menyatakan bahwa briket arang yang baik adalah sebagai berikut:

1. Bersih, tidak berdebu dan berbau.
2. Mempunyai kekerasan yang merata.
3. Kadar abu serendah mungkin.
4. Nilai kalor sebandan dengan bahan bakar lain.



5. Menyala dengan baik dan memberikan panas secara merata.
6. Harganya dapat bersaing dengan bahan bakar lain.

Syarat kualitas arang sebagai bahan bakar mempunyai karbon sisa 55% - 70%, untuk metalurgi mempunyai karbon sisa minimum 70%, abu lebih kecil dari 4%, zat menguap maksimum 10% dan nilai kalor minimum 7.000 kalori, untuk arang aktif mempunyai karbon sisa 70% - 80%, zat mudah menguap 15% - 20% dan kadar abu 1% - 2%. Penilaian kualitas arang dilakukan berdasarkan ukuran yaitu warna, bunyi, nyala, kekerasan, kerapuhan, nilai kalor, berat jenis, analisis arang yaitu kadar air, abu, karbon sisa, dan zat mudah menguap serta suhu maksimum pengarangan dan kemurnian arang (Depertemen Pertanian, 1976). Untuk mengetahui kualitas briket arang yang dihasilkan perlu adanya suatu standar penilaian kualitas briket arang seperti yang terlihat pada tabel 1 .

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

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

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

## F. Pembriketan (Densifikasi)

Pembriketan pada dasarnya adalah densifikasi atau pengempaan pada bahan baku bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan sehingga memudahkan dalam penangannya. Dalam proses ini bahan baku dikempa dengan tekanan tertentu sehingga diperoleh bentuk dengan kepadatan yang dikehendaki (Abdullah, dkk, 1991).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembriketan antara lain :

### a. Kondisi bahan baku

Arang harus cukup halus untuk dapat membentuk briket yang baik, sebaiknya partikel arang mempunyai ukuran 40 - 60 mesh (Kirana, 1985). Menurut Bhattacharya, dkk (1985), bahan baku harus cukup halus untuk dapat dilakukan pada waktu perekatan, sehingga mempengaruhi keteguhan tekan yang diberikan.

Perbedaan ukuran serbuk mempengaruhi keteguhan tekan dan kerapatan briket arang. Dalam hal penggunaan serbuk arang diperoleh kecenderungan bahwa makin halus ukuran serbuk makin tinggi pula kerapatan dan keteguhan tekan briket arang (Nurhayati, 1990). Lebih lanjut Kirana (1985) menjelaskan arang harus cukup halus untuk dapat membentuk briket yang baik. Ukuran partikel arang yang terlalu besar akan sukar pada waktu dilakukan perekatan, sehingga mengurangi keteguhan tekan briket arang yang dihasilkan.

### b. Perekat

Perekat adalah suatu bahan yang dapat menahan dua benda berdasarkan ikatan permukaan. Dalam arti luas, perekat dapat didefinisikan sebagai suatu zat

dimana benda dimungkinkan untuk menempel atau melekat pada benda lain atau suatu zat yang mampu mendekatkan beberapa material satu sama lain dengan pengikatan permukaan (Sutigno, 1991).

Menurut Haryanto dan Pangloli (1992) *dalam* Hesti (1996) pati adalah salah satu bentuk karbohidrat yang terdapat pada tumbuhan sebagai cadangan makanan. Pati merupakan butiran granula yang berwarna putih mengkilap, tidak berbau, dan tidak mempunyai rasa. Lebih lanjut dijelaskan bahwa pati terdiri atas dua fraksi yaitu : fraksi yang larut dalam air disebut amilosa sedangkan fraksi yang tidak larut dalam air disebut amilopektin. Rasio amilosa dan amilopektin akan mempengaruhi sifat pati itu sendiri, apabila kadar amilosa tinggi maka pati akan bersifat kering, kurang lekat, dan cenderung meresap air lebih banyak (higroskopis). Pati sagu mempunyai granula berbentuk elips agak terpotong dengan ukuran 20 - 60 mikron. Kandungan amilosa pati sagu 27% dan amilopektin 73% dengan suhu gelatinasi yang dapat dicapai berkisar 60 - 72°C.

Sifat pati tidak larut dalam air, namun suspensi pati dipanaskan akan terjadi gelatinasi setelah mencapai suhu tertentu (suhu gelatinasi). Hal tersebut terjadi karena pemanasan energi kinetik molekul-molekul air yang menjadi kuat daripada daya tarik menarik antara molekul pati dalam granula. Pada keadaan demikian, air dapat masuk kedalam pati dan pati akan mengembang (Tjokroadikusumo, 1993 *dalam* Hesti, 1996).

### c. Tekanan Pengempaan

Menurut Eriksson dan Prior (1990), tekanan pengempaan diberikan untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang direkat dengan bahan perekat. Setelah perekat dicamurkan dan tekanan mulai diberikan maka perekat yang masih dalam keadaan cair akan mulai mengalir membagi diri di permukaan bahan. Pada saat yang bersamaan dengan terjadinya aliran maka perekat juga mengalami perpindahan dari permukaan yang diberi perekat ke permukaan yang belum terkena perekat. Kirana (1985) Menjelaskan bahwa briket yang terlalu padat akan sulit terbakar sedangkan briket yang kurang padat akan mengakibatkan briket mudah terurai pada saat penggunaannya seperti ditunjukkan oleh percikan bara dan mengakibatkan kesan kurang bersih meskipun laju pembakarannya cepat. Dengan demikian dibutuhkan tekanan densifikasi yang tepat, hal tersebut ditentukan oleh jenis bahan yang didensifikasi.

Menurut Abdullah, dkk., (1991), besar tekanan pengempaan akan berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran briket sebagai bahan bakar. Beberapa alat atau mesin yang dapat digunakan untuk densifikasi dibedakan atas 4 jenis yaitu : *piston press*, *conical screw press* dengan mantel pemanas dan *rotary ring disc press*. Wibowo, dkk., (1993), menjelaskan bahwa tekanan pengempaan berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar zat volatile, kadar karbon terikat, *bulk density*, dan ketahanan tekan, serta tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu dan nilai kalori briket arang yang dihasilkan.

#### d. Pengerinan

Suhu dan pengerinan yang dipergunakan dalam pembuatan briket arang tergantung dari jumlah kadar air, campuran dan macam pengerinan. Suhu pengerinan adalah agar briket arng menjadi kering dan kadar airnya dapat disesuaikan dengan ketentuan kadar air briket arang yang berlaku. Pengerinan dapat dilakukan dengan bermacam-macam alat seperti *kiln*, oven atau penjemuran (Wibowo, dkk., 1993).



### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian berlangsung pada bulan Februari 2008 sampai Maret 2008 dengan pengambilan sampel di UD. Nasar Meubel yang terletak di Jln. Antang Raya, Kec. Mangngalli, Kotamadya Makassar, Propinsi Sulawesi Selatan. Pembuatan Arang di Laboratorium Keteknikan Produk Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Pembuatan dan pengujian briket arang dilakukan di Laboratorium Fisika dan Mekanika Balai Industri Makassar Departemen Perindustrian dan Perdagangan dan PT. Superitending Company of Indonesia (Sucopindo), Makassar, Sulawesi Selatan.

#### B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah drum, rang, alat timbang digital, cawan poerselin, *forming machine* (mesin pencetak), *stopwatch*, *bomb calorimeter*, dan saringan 60 mesh, alat penggiling, wadah plastik, alat pengempa, alat tulis, cetakan briket, thermometer, desikator, oven, kuas, gelas ukur dan *universal testing gebruder amsler*. Bahan yang digunakan adalah kayu gergajian serbuk agathis dengan bahan perekat dari sagu, aquadest, kayu kering sebagai umpan api, korek api, tanah liat, kain basah.

## **C. Prosedur Penelitian**

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

Bahan baku yang akan dibuat arang berasal dari limbah berupa serbuk kayu gergajian agathis yang sudah tidak dimanfaatkan. Serbuk kayu gergaji 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 klin 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 *klin* 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 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 termasuk ataupun keluar. Proses pendinginan berlangsung ± 4 jam. Setelah dingin tutup klin 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 yang lolos dari saringan 60 mesh.

### **4. Pembuatan Briket Arang**

Jenis perekat yang digunakan adalah tepung sagu. Perekat dicampur dengan air sehingga terbentuk adonan perekat. Dalam pembuatan briket arang ini dipergunakan komposisi antara berat arang kering tanur, perekat, dan air sebagai berikut:

- a. Serbuk arang kering tanur sebanyak 25 g ditambah 1 g perekat sagu dicampur dengan 30 ml air.
- b. Serbuk arang kering tanur sebanyak 25 g ditambah 2 g perekat sagu dicampur dengan 30 ml air.
- c. Serbuk arang kering tanur sebanyak 25 g ditambah 3 g perekat sagu dicampur dengan 30 ml air.

Komposisi perekat yang dipakai adalah 4%, 8%, dan 12% dari berat serbuk arang kering tanur. Campuran perekat dan air lalu dipanaskan pada suhu



70°C. Setelah itu campuran perekat dan serbuk arang dimasukkan dalam cetakan, kemudian dilakukan pengempaan secara hidrolik 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°C selama 24 jam sampai beratnya konstan. 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.

#### a. Kadar air

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

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

Keterangan : Ba = Berat sampel sebelum dikeringkan (g)

Bkt = Berat sampel kering tanur (g)

### **b. Kadar Abu**

Cawan porselin yang berisikan 2 gram contoh uji ditempatkan dalam *oven* pada suhu  $\pm 900$  °C selama 2 jam lalu didinginkan dalam desikator. Kadar abu dinyatakan dengan rumus :

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

### **c. Kadar Zat Menguap**

Menimbang 2 gram contoh uji pada cawan porselin yang sudah diketahui beratnya, dipanaskan dalam *oven* pada suhu  $\pm 950$  °C selama 7 menit lalu didinginkan dalam desikator. 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)

### **d. 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 :

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

### e. Kerapatan

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

$$V = \frac{t_1}{3} (L_p + \sqrt{L_p \cdot L_u} + L_u)$$

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

Keterangan:  $L_p$  = Luas Permukaan

$L_u$  = 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 :

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

### f. 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 :

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

#### **g. 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 didisi 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 komposisi perekat dalam pembuatan briket arang serbuk gergajian kayu agathis dengan tiga taraf perlakuan, yaitu :

1. Serbuk arang sebanyak 25 g ditambah perekat sagu 1 g.
2. Serbuk arang sebanyak 25 g ditambah perekat sagu 2 g.
3. Serbuk arang sebanyak 25 g ditambah perekat sagu 3 g.

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

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}; \quad i = 1,2,3 \\ j = 1,2,3$$

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 ( $i = 1,2,3$ ) 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 perekat maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) sebagai berikut:

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

Dimana :

W = Nilai uji Turkey

$q_{\alpha}$  = Nilai tabel Turkey

p = Jumlah perlakuan

$n_2$  = Derajat bebas galat

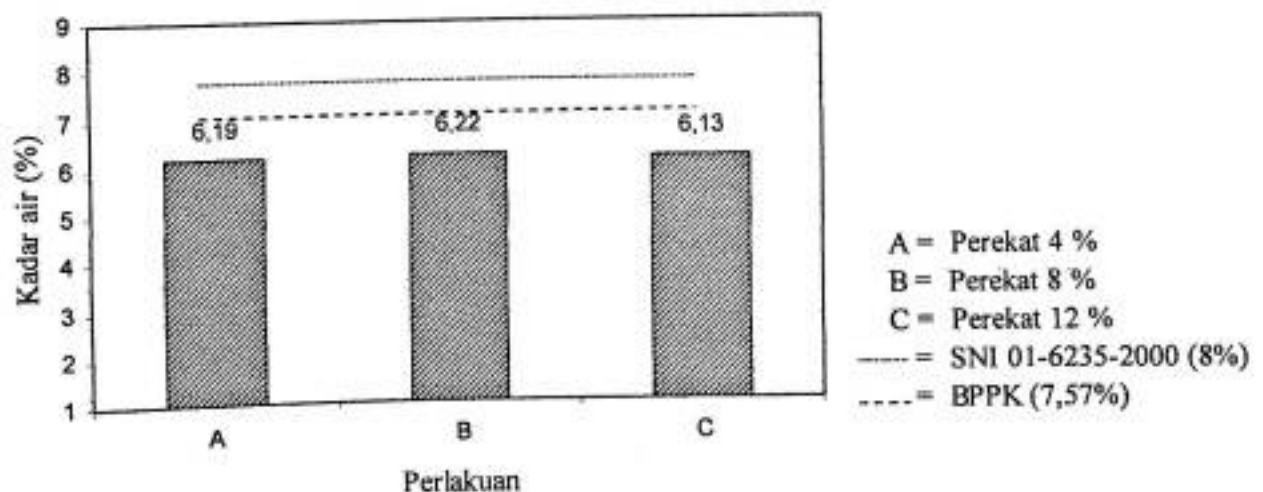
SY =  $\sqrt{\{ (KT Galat)/r \}}$

Dimana r = Jumlah ulangan

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kadar Air

Nilai rata-rata kadar air briket arang serbuk gergaji kayu agathis pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 1 dan hasil analisis ragam dan hasil uji BNJ yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat sagu pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis dapat dilihat pada Lampiran 2. Nilai kadar air yang dihasilkan pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis yang menggunakan perekat sagu 4%, 8%, dan 12% memenuhi standar kualitas briket arang kayu memenuhi standar kualitas briket arang kayu berdasarkan SNI 01-6235-2000 yaitu maksimal 8 % atau standar BPPK yaitu maksimal 7,57 %.



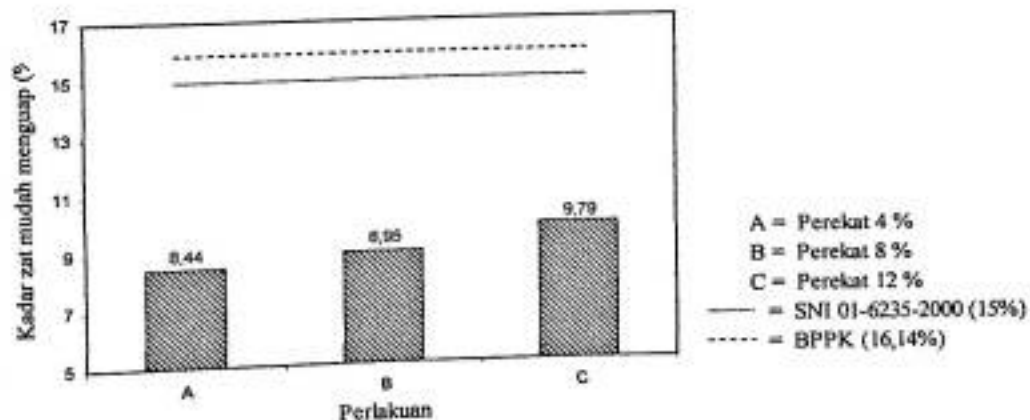
Gambar 1. Kadar Air Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Setiap Perlakuan

Hasil perhitungan kadar air yang ditampilkan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa briket arang serbuk gergaji kayu agathis dengan penambahan perekat sagu 4%, 8% dan 12% memiliki nilai kadar air rata-rata sebesar 6,19%, 6,22%, dan 6,13%. Hasil analisis ragam pada Lampiran 2

menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air briket arang serbuk gergaji kayu agathis.

## 2. Kadar Zat Mudah Menguap

Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap untuk briket arang serbuk kayu agathis pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 3 dan hasil analisis ragam dan hasil uji BNJ yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat sagu pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis dapat dilihat pada Lampiran 4. Nilai kadar zat mudah menguap yang dihasilkan dari semua perlakuan pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis yang menggunakan perekat sagu 4%,8% dan 12% memenuhi standar kualitas briket arang kayu berdasarkan SNI 01-6235-2000 yaitu maksimal 15 % atau standar BPPK yaitu maksimal 16,14 %.



Gambar 2. Kadar Zat Mudah Menguap Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Setiap Perlakuan

Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap yang ditampilkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa briket arang dengan penambahan perekat sagu 4%, 8% dan 12% memiliki nilai kadar zat mudah menguap rata-rata sebesar 9,79 %, 8,45 dan



8,95%. Hasil analisis ragam pada Lampiran 4 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu berpengaruh nyata terhadap kadar zat mudah menguap briket arang serbuk gergaji kayu agathis. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap kadar zat mudah menguap briket arang serbuk gergaji kayu agathis, 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 Serbuk Gergaji Kayu Agathis dengan Perlakuan yang Berbeda.

Perlakuan	Rata-rata Vm	BNJ 0,01 1,0781
A (12%)	9,79	a
C (8%)	8,95	ab
B (4%)	8,45	b

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata

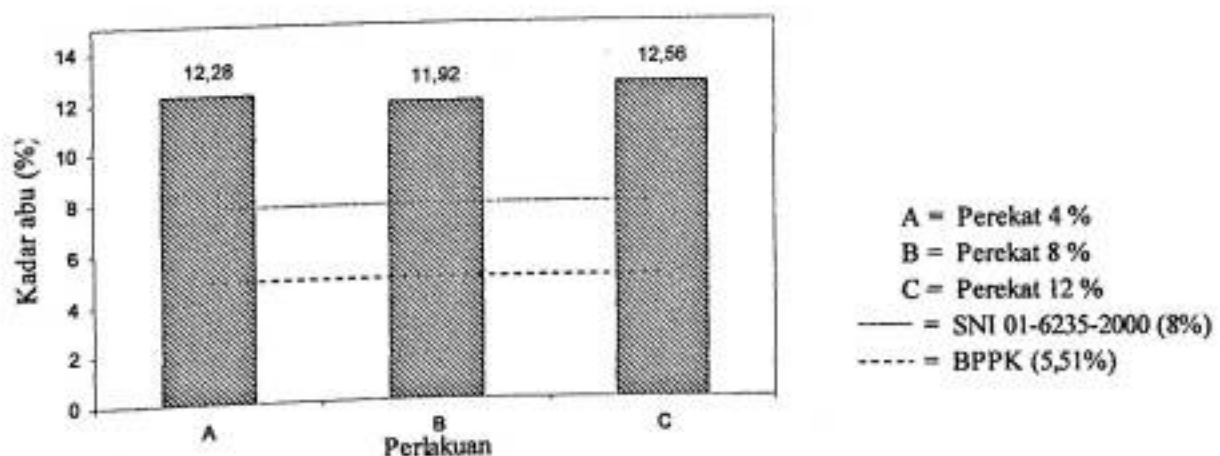
Hasil uji BNJ pada Tabel 2 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu 12%, 4% dan 8% berpengaruh nyata dengan semua perlakuan terhadap kadar zat mudah menguap briket arang serbuk gergaji kayu agathis. Kadar zat mudah menguap pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis meningkat seiring dengan bertambahnya perekat sagu yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh pati sagu mempunyai granula berbentuk elips agak terpotong dengan ukuran 20-60 mikron. Kandungan amilosa pati sagu 27% dan amilopektin 73% dengan suhu gelatifikasi yang dapat dicapai berkisar 60-72<sup>0</sup>C. Selain dipengaruhi oleh kandungan lignin dan zat ekstraktif bahan baku juga dipengaruhi oleh suhu dan lamanya proses karbonisasi. Semakin tinggi suhu dan lama 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<sup>0</sup>C sebagian besar selulosa murni terurai secara intensif di samping pembentukan gas juga dijumpai sejumlah kecil senyawa karbon pada suhu 400-500<sup>0</sup>C lignin terurai dan dihasilkan lebih banyak ter sedangkan gas menurun dan meningkatkan suhu, maka gas CO<sub>2</sub> semakin berkurang sedangkan CO,CH<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub> semakin meningkat.

### 3. Kadar Abu

Nilai rata-rata kadar abu untuk briket arang serbuk gergaji kayu agathis pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 5 dan hasil analisis ragam dan hasil uji BNJ yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat sagu pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis dapat dilihat pada Lampiran 6. Nilai kadar abu yang dihasilkan dari semua perlakuan pada briket arang serbuk kayu agathis yang menggunakan perekat sagu 4%,8% dan 12% tidak memenuhi standar kualitas briket arang kayu berdasarkan SNI 01-6235-2000 yaitu maksimal 8 % dan standar BPPK yaitu maksimal 5,51 %.

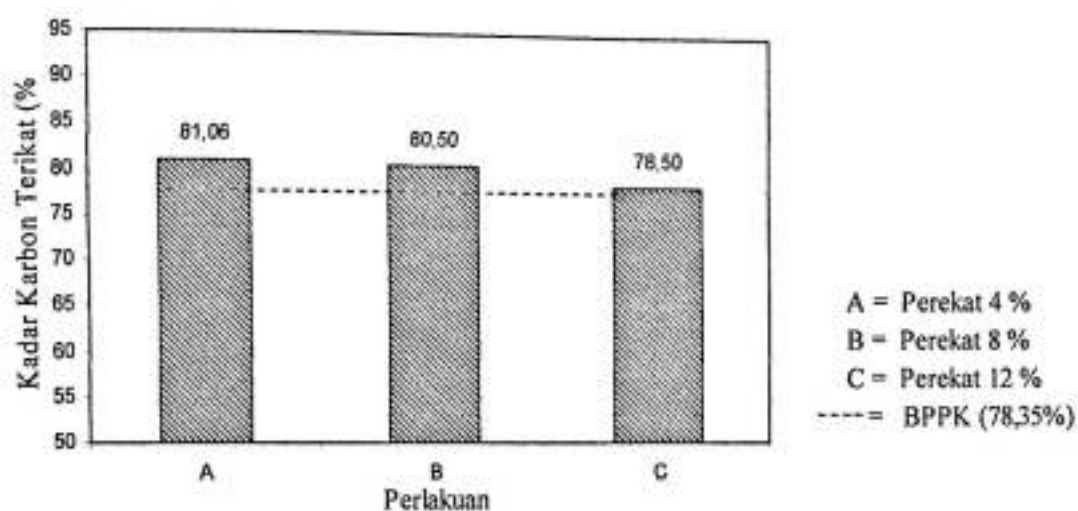


Gambar 3. Kadar Abu Rata-rata briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Setiap Perlakuan

Hasil perhitungan kadar abu yang ditampilkan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa briket arang serbuk gergaji kayu agathis dengan perekat sagu 4%, 8% dan 12% memiliki nilai kadar abu rata-rata sebesar 12,28%, 11,92%, 12,56%. Hasil analisis ragam pada Lampiran 6 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu berpengaruh tidak nyata terhadap kadar abu briket arang serbuk gergaji kayu agathis. Menurut Hendra dan Darmawan (2000), abu merupakan yang tersisa dari hasil pembakaran, salah satu unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Rendahnya kadar abu dapat disebabkan pemilihan arang yang baik dan adanya proses pembersihan kotoran dan debu sebelum arang dihaluskan. Besar kecilnya kadar abu dipengaruhi oleh kadar bahan organik kayu terbakar. Komponen kayu terutama adalah kalsium, kalium, dan magnesium. Selain itu kayu yang mempunyai kadar abu dan silika tinggi (terutama silica) akan menghasilkan briket arang dengan kadar abu yang tinggi pula. (Fengel dan Wegener, 1995).

#### **4. Kadar Karbon Terikat**

Hasil perhitungan kadar karbon terikat briket arang serbuk gergaji kayu agathis pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 7 dan hasil analisis ragam dan hasil uji BNJ yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat sagu pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis dapat dilihat pada Lampiran 8. Nilai kadar karbon terikat yang dihasilkan pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis yang menggunakan perekat sagu 4%, 8% dan 12% lebih tinggi dibandingkan standar BPPK yaitu minimal 78,35%.



Gambar 4. Kadar Karbon Terikat Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Setiap Perlakuan

Nilai rata-rata kadar karbon terikat yang ditampilkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa briket arang serbuk gergaji kayu agathis dengan penambahan perekat sagu 4%, 8% dan 12% memiliki nilai kadar karbon terikat rata-rata sebesar 81,61%, 80,50% dan 78,50%. Hasil analisis ragam pada Lampiran 8 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu berpengaruh nyata terhadap kadar karbon terikat briket arang serbuk gergaji kayu agathis. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap kadar karbon terikat briket arang serbuk gergaji kayu agathis, 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(%) Serbuk Gergaji Kayu Agathis dengan Perlakuan yang berbeda

Perlakuan	Rata- rata Kadar Karbon Terikat	BNJ 0,05 2,3099
A (4%)	81,06	a
B (8%)	80,50	ab
C (12%)	78,50	b

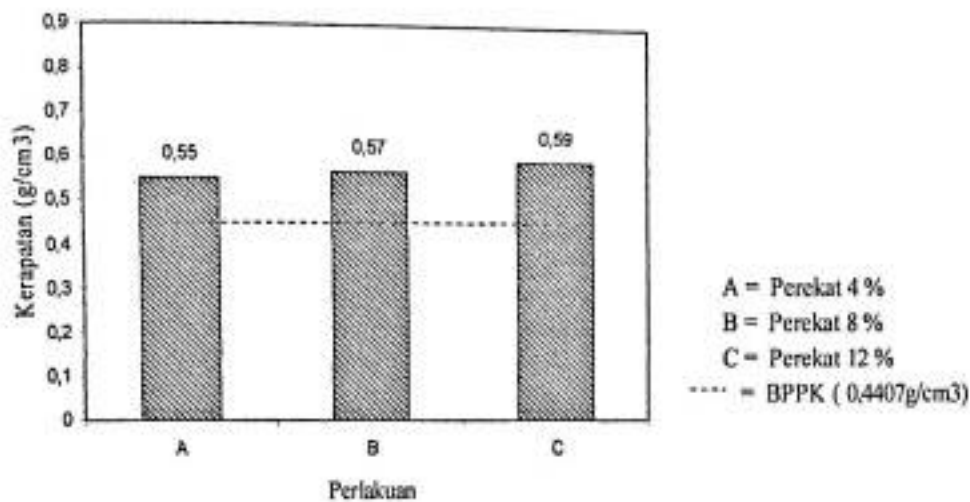
Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata

Hasil uji BNJ pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu 4 % berbeda nyata dengan penambahan perekat sagu 12% tetapi berbeda tidak nyata dengan penambahan perekat sagu 8% terhadap kadar karbon terikat briket arang serbuk gergaji kayu agathis.

Tingginya kadar karbon terikat disebabkan rendahnya kadar zat mudah menguap. Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh kecilnya kadar zat mudah menguap dimana semakin rendah kadar zat mudah menguap semakin tinggi 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**

Nilai rata-rata kerapatan briket arang serbuk gergaji kayu agathis pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 9 dan hasil analisis ragam dan hasil uji BNJ yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat sagu pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis dapat dilihat pada Lampiran 10. Nilai kerapatan yang dihasilkan pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis yang menggunakan perekat sagu 4%, 8% dan 12% telah memenuhi standar yang diterapkan oleh BPPK yaitu minimal  $0,4407 \text{ g/cm}^3$ .



Gambar 5. Kerapatan Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Setiap Perlakuan

Nilai rata-rata kerapatan yang ditampilkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa briket arang serbuk gergaji kayu agathis dengan penambahan perekat sagu 4%, 8% dan 12% memiliki nilai kerapatan rata-rata sebesar 0,55 g/cm<sup>3</sup>, 0,57 g/cm<sup>3</sup> dan 0,59 g/cm<sup>3</sup>. Hasil analisis ragam pada Lampiran 10 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan briket arang serbuk gergaji kayu agathis. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap kerapatan briket arang serbuk gergaji kayu agathis, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji BNJ Kerapatan Briket Arang (g/cm<sup>3</sup>) Serbuk Gergaji Kayu Agathis dengan Perlakuan yang berbeda

Perlakuan	Rata-rata Kerapatan	BNJ 0,01 0,0226
C (12%)	0,59	a
B (8%)	0,57	ab
A (4%)	0,55	b

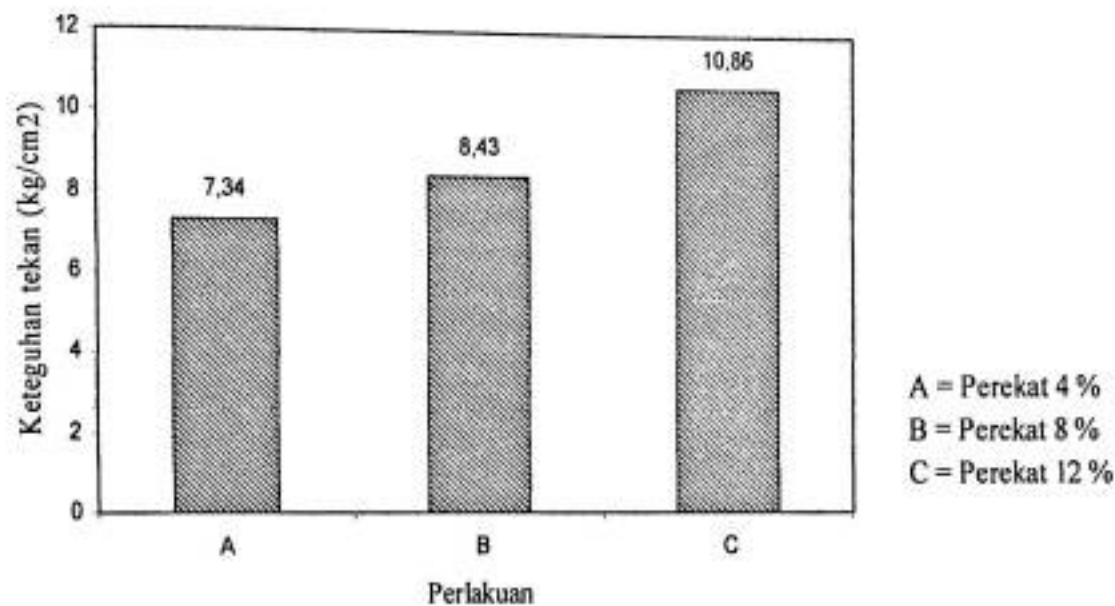
Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata



Hasil uji BNJ pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu 4 % berbeda nyata dengan penambahan perekat sagu 12% tetapi berbeda tidak nyata dengan penambahan perekat sagu 8% terhadap kerapatan briket arang serbuk gergaji kayu agathis. Kerapatan briket arang serbuk gergaji kayu agathis meningkat seiring dengan bertambahnya perekat sagu yang digunakan terhadap kualitas briket arang, briket arang dengan kerapatan yang tinggi dapat meningkatkan nilai kalor bakar briket arang. Besar kecilnya kerapatan ini dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogeman arang penyusun briket arang tersebut, di mana ukuran serbuk arang maka akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan dan keteguhan yang semakin tinggi pula (Nurhayati, 1983). Tekanan pengempaan yang diberikan maka semakin tinggi pula kerapatan yang dihasilkan. Kerapatan akan berpengaruh terhadap pengemasan, penyimpanan dan pengangkutan briket arang.

## **6. Keteguhan Tekan**

Nilai rata-rata keteguhan tekan briket arang serbuk gergaji kayu agathis pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 11 dan hasil analisis ragam dan hasil uji BNJ yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat sagu pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis dapat dilihat pada Lampiran 12. Nilai keteguhan tekan yang dihasilkan pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis yang menggunakan perekat sagu 4%, 8% dan 12% dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Keteguhan Tekan Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Setiap Perlakuan

Nilai rata-rata keteguhan tekan yang ditampilkan pada Gambar 6 menunjukkan bahwa briket arang bambu betung dengan penambahan perekat sagu 4%, 8% dan 12% memiliki nilai keteguhan tekan rata-rata sebesar 7,34 kg/cm<sup>2</sup>, 8,43 kg/cm<sup>2</sup> dan 10,68 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil analisis ragam pada Lampiran 12 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu berpengaruh nyata terhadap keteguhan tekan briket arang serbuk gergaji kayu agathis. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap keteguhan tekan briket arang serbuk gergaji kayu agathis, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.



Tabel 5. Hasil Uji BNJ Keteguhan Tekan Briket Arang(%) Serbuk Gergaji Kayu Agathis dengan Perlakuan yang berbeda

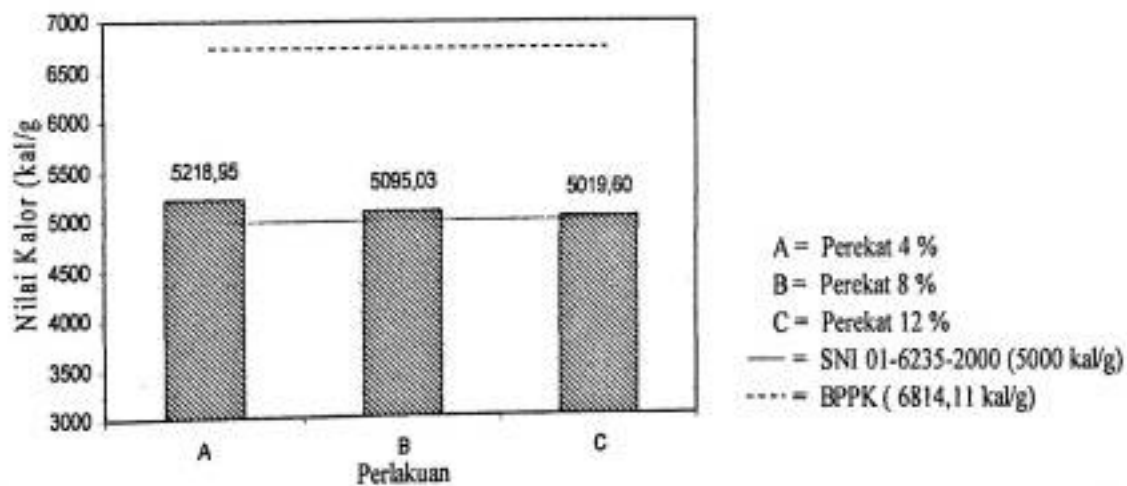
Perlakuan	Rata-rata Keteguhan Tekan	BNJ 0,01 1,4350
C(12%)	10,68	a
B(8%)	8,43	b
A(4%)	7,34	b

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata.

Hasil uji BNJ pada Tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu 4% berbeda nyata dengan penambahan perekat sagu 12% tetapi berbeda tidak nyata dengan penambahan perekat sagu 8% terhadap keteguhan tekan briket arang serbuk gergaji kayu agathis. Rendahnya keteguhan tekan briket arang serbuk gergaji kayu agathis disebabkan karena bahan baku yang digunakan memiliki kerapatan yang rendah. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sudrajat (1982) bahwa briket arang dari bahan baku kayu yang tinggi pula dalam keteguhan tekannya. Selain itu rendahnya 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 kekuatan tekan berarti daya tahan atau kekompakan briket semakin baik (Hendra dan Darmawan,2000).

## 7. Nilai Kalor

Rata-rata nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu agathis pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 13 dan hasil analisis ragam dan hasil uji BNJ yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan perekat sagu pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis dapat dilihat pada Lampiran 14. Nilai kalor yang dihasilkan pada briket arang serbuk gergaji kayu agathis yang menggunakan perekat sagu 4%, 8% dan 12% telah memenuhi standar kualitas briket arang kayu berdasarkan SNI 01-6235-2000 yaitu minimal 5000 kal/g, tetapi tidak memenuhi standar yang diterapkan oleh BPPK yaitu minimal 6814,11 kal/g.



Gambar 7. Nilai Kalor Rata-rata Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Setiap Perlakuan

Hasil perhitungan nilai kalor yang ditampilkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa briket arang serbuk gergaji kayu agathis dengan penambahan perekat sagu 4%, 8% dan 12% memiliki nilai kalor rata-rata sebesar 5218,95kal/g, 5095,03 kal/g dan 5019,60 kal/g. Hasil analisis ragam pada Lampiran 14

menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kalor briket arang serbuk gergaji. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu agathis, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji BNJ Nilai Kalor Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis dengan Perlakuan yang berbeda

Perlakuan	Rata-rata Nilai Kalor	BNJ 0,01 113,965
A ( 4%)	5218,95	a
B ( 8%)	5095,03	ab
C (12%)	5019,60	b

Keterangan : Huruf yang tidak sama berbeda nyata

Berdasarkan hasil uji BNJ pada Tabel 6 menunjukkan bahwa penambahan perekat sagu 12% berbeda nyata dengan penambahan perekat sagu 8% tetapi berbeda tidak nyata dengan perekat sagu 4% terhadap kadar air briket arang serbuk gergaji kayu agathis. Hasil perhitungan nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu agathis yang diperoleh menunjukkan semakin rendah penambahan perekat sagu 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. 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**

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas briket arang dari serbuk gergajian kayu agathis dari berbagai persentase perekat sagu dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan SNI 01-6235-2000 tentang briket arang dari serbuk gergajian kayu agathis yang dihasilkan, variable pengamatan yang memenuhi standar untuk persentase 4%, dan 8% yaitu kadar air, kadar zat mudah menguap, nilai kalor dan untuk variable yang tidak memenuhi standar yaitu kadar abu. Sedangkan untuk persentase perekat 12%, variable yang memenuhi standar kadar air, kadar zat mudah menguap, dan nilai kalor.
2. Sesuai standar BPPK, briket arang serbuk gergajian kayu agathis yang dihasilkan, variable pengamatan yang memenuhi standar untuk persentase 4%, 8% dan 12% yaitu kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, dan untuk variable yang tidak memenuhi standar yaitu kadar abu, dan nilai kalor.

### **B. Saran**

Dari hasil kualitas briket arang serbuk gergaji kayu agathis dengan penggunaan perekat sagu (pati) perlu penelitian penggunaan jenis perekat lainnya misalnya ter atau molase dengan perlakuan perekat dan ukuran serbuk yang berbeda untuk membandingkan kualitas yang dihasilkan dan perlunya pengujian mengenai lama pembakaran briket arang yang dihasilkan.

## 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**. Faculty of Agricultural engineering and Technology Institut Pertanian Bogor & Japan International Consultan Agency. Bogor.
- ASTM, 1984. **Standar Methods for Chemical Analisis 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.
- Atmosuseno dan Dulfajar, 1996. **Kayu Komersil**. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Bhattacharya, S.C, G. Y. Saunier, N. Shah and N. Islam, 1985. **Densification of Biomass Residues in Asia dalam Bioenergi 84. Volume III**. H. Egneus and A. Ellegard (Penyunting). Elsevier London
- Departemen Perindustrian, 1983. **Memasyarakatkan Hasil Penelitian atau Pengembangan Berupa Peningkatan Keterampilan maupun Proses untuk Membantu Industri Kecil Komoditi Arang Kayu**. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Banjar Baru.
- ....., 2001. **Pembuatan Arang Briket dari Serbuk Gergaji dengan Proses Pengepresan**. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Pontianak.
- Departemen Pertanian, 1976. **Vademecum Kehutanan Indonesia**. Direktorat Jenderal Kehutanan, Jakarta.
- Djatmiko, Kataren, Setyahartini, S. 1985. **Pengolahan Arang dan Kegunaannya**. Fakultas Teknologi dan Pertanian. Institute Pertanian Bogor. 78 hal. Bogor.
- Erniwati, 1997. **Kualitas Briket Arang yang Dibuat dari Limbah Industri Penggergajian dan Moulding**. Skripsi Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Eriksson, S., and M. Prior, 1990. **The Briquetting of Agricultural Wastes for Fuel. Environment and Energy Paper**. FAO, Rome.
- FAO. 1985. **Industrial Charcoal Making**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.

- Fengel, D. dan G. Wegener, 1995. **Kayu Kimia Ultrastruktur Reaksi-reaksi**. Alih Bahasa : Hardjono Sastrohamidjojo, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- 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 hal. 1 – 9. Bogor.
- Hesti, 1996. **Pengaruh Jenis Perekat terhadap Kualitas Briket Arang dari Jenis Kayu Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg)**. Proposal Penelitian. Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawarman, Samarinda. 26 hal.
- Hudaya, N dan Hartoyo, 1990. **Pembuatan Arang Rendemen Tinggi dari Tempurung Kelapa dengan Kiln Drum**. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol 7(4):134-138. Bogor.
- Manurung, T dan Aritta S. 1999. **Prospek Industri Perkayuan Indonesia**. Dalam Era Ekolabel, Makalah Diskusi Panel. Yayasan WWF Indonesia, Jakarta.
- Kirana, M., 1985. **Pengaruh Tekanan Pengempaan dan Jenis Perekat dalam Pembuatan Arang Briket dari Tempurung Kelapa**. Fakultas Teknologi Pertanian. Institute Pertanian Bogor. Bogor.
- Martawijaya, A., Iding Kartasujana, Y.I., Mandang, S.A. Prawira dan K. Kadir, 1989. **Atlas Kayu Indonesia Jilid I**. Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Bogor. Bogor.
- Ngindra I., 1993. **Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Lamanya Perendaman dalam Bahan Pengaktif (CaCl) pada Pembuatan Arang Aktif dari Kayu Karet Terhadap Rendemen dan Mutu Arang**.
- Nurhayati, 1983. **Sifat-Sifat Arang, Briket dan Alkohol yang Dibuat dari Limbah Industri Kayu**. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- , 1990. **Sifat-Sifat Arang, Briket dan Alkohol yang Dibuat dari Limbah Industri Kayu**. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Saripuddin, 1996. **Studi Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Baku terhadap Sifat-Sifat Briket Arang**. Skripsi Sarjana Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Sudrajat, R. 1982. **Produksi Arang dan Briket Arang serta Prospek Penguasaannya**. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.





- Sudrajat, R. dan S. Saleh, 1994. **Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif**. Bagian Proyek Penelitian dan Pengembangan Pemanfaatan Hasil HTI, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.
- Suryani, A. 1986. **Pengaruh Pengempaan dan Jenis Perekat dalam Pembuatan Arang Briket dari Tempurung Kelapa Sawit**. Departemen Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutigno, P., 1991. **Diklat Perekat dan Perekatan**. Pusat Pembinaan Pendidikan dan Latihan Kehutanan, Bogor.
- Ufi, M. N., 2007. *Pemanfaatan Limbah Daun Kelapa Sawit Sebagai Briket Bahan Bakar Alternatif*. Laporan Hasil Penelitian Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Wibowo, M., H. Kustanto, Sutikno, S. Mori, dan R. N. Wulan. 1993. **Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar**. Laporan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian, Bogor.
- Van Steenis, C.G.G.J., 1987. **Flora untuk Sekolah di Indonesia**. Pradya Paramita, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Lampiran 1. Hasil Perhitungan Kadar Air Briket Arang (%) Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A (4%)	5,93	6,03	6,61	18,58	6,19
B (8%)	6,6	5,57	5,48	16,66	6,22
C(12%)	6,23	6,09	6,06	16,4	6,13

Lampiran 2. Hasil Sidik Ragam Nilai Kadar air Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,013	0,006	0,035	5,14	10,92
Galat	6	1,101	0,183			
Total	8	1,113				

Keterangan : Berpengaruh tidak nyata pada taraf 0,01%



Lampiran 3. Hasil Perhitungan Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang (%) Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A (4%)	7,88	8,66	8,80	25,34	8,44
B (8%)	8,61	9,33	8,91	26,85	8,95
C (12%)	9,75	9,88	9,75	29,38	9,79

Lampiran 4. Hasil Sidik Ragam Nilai Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	2,778	1,389	10,904*	5,14	10,92
Galat	6	0,764	0,127			
Total	8	9,039				

Keterangan: Berpengaruh nyata pada taraf 0,05%

Lampiran 5. Hasil Perhitungan Kadar Abu Briket Arang(%) Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A (4%)	11,28	13,17	12,33	36,85	12,28
B (8%)	11,49	13,45	10,83	35,8	11,92
C(12%)	12,11	12,97	12,59	37,67	12,56

Lampiran 6. Hasil Sidik Ragam Nilai Kadar Abu Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,605	0,303	0,316	5,14	10,92
Galat	6	5,745	0,957			
Total	8	6,350				

Lampiran 7. Hasil Perhitungan Kadar Karbon Terikat Briket Arang (%) Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A (4%)	80,72	81,46	81	243,18	81,06
B (8%)	81,57	79,69	80,32	241,58	80,52
C(12%)	78,9	77,42	79,18	235,5	78,50

Lampiran 8. Hasil Sidik Ragam Nilai Kadar Karbon Terikat Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	11,23	5,615	9,637*	5,14	10,92
Galat	6	3,496	0,583			
Total	8	14,726				

Keterangan: Berpengaruh nyata pada taraf 0,05%

Lampiran 9. Hasil Perhitungan Kerapatan Briket Arang(%) Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A (4%)	0,54	0,54	0,54	1,64	0,55
B (8%)	0,57	0,57	0,56	1,71	0,57
C(12%)	0,6	0,59	0,59	1,78	0,59

Lampiran 10. Hasil Sidik Ragam Kerapatan Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	0,000333	0,002	29,400**	5,14	10,92
Galat	6	0,00327	0,0000556			
Total	8	0,00360				

Keterangan: Berpengaruh sangat nyata pada taraf 0,01%

Lampiran 11. Hasil Perhitungan Keteguhan Tekan Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A (4%)	7,41	7,25	6,74	21,4	7,34
B (8%)	10,11	10,96	10,45	31,53	8,43
C(12%)	12,64	11,80	11,46	35,9	10,86

Lampiran 12. Hasil Sidik Ragam Keteguhan Tekan Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Komposisi yang Berbeda

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	36,872	18,436	82,011**	5,14	10,92
Galat	6	1,349	0,225			
Total	8	38,221				

Keterangan: Berpengaruh sangat nyata pada taraf 0,01%

Lampiran 13. Hasil Perhitungan Nilai Kalor Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

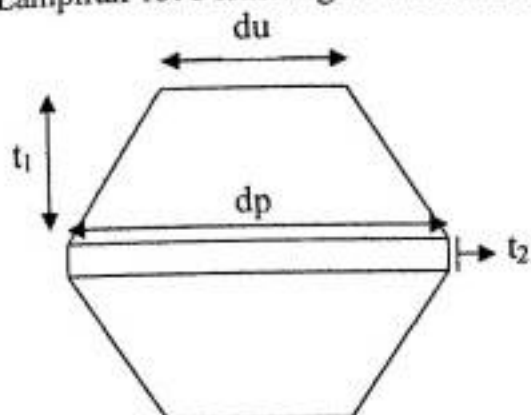
Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A (4%)	52,30,69	5198,54	5227,63	15656,86	5218,953
B (8%)	5130,72	5025,67	5128,69	15285,08	5095,027
C(12%)	5012	5017,35	5019,21	15058,81	5019,603

Lampiran 14. Hasil Sidik Ragam Nilai Kalor Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis pada Perlakuan yang Berbeda

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	60786,92	30393,46	23,214**	5,14	10,92
Galat	6	7855,476	1309,246			
Total	8	68642,4				

Keterangan: Berpengaruh sangat nyata pada taraf 0,01%

Lampiran 15. Perhitungan Volume Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Agathis



Diket :  $du = 2,75 \text{ cm}$   
 $dp = 5,5 \text{ cm}$   
 $t_1 = 1,6 \text{ cm}$   
 $t_2 = 0,5 \text{ cm}$

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

$$= \frac{t_1}{3} \left( \frac{\pi}{4} \cdot dp^2 + \sqrt{\frac{\pi}{4} dp^2 \cdot \frac{\pi}{4} du^2} + \frac{\pi}{4} du^2 \right)$$

$$= \frac{1,6}{3} \left( \frac{3,14}{4} \cdot 5,5^2 + \sqrt{\frac{3,14}{4} \cdot 5,5^2 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 2,75^2} + \frac{3,14}{4} \cdot 2,75^2 \right)$$

$$= \frac{1,6}{3} (0,785 \cdot 30,25 + \sqrt{23,74625 \cdot 5,9365625} + 5,9365625)$$

$$= 0,5333 (23,74625 + 11,873125 + 5,9365625)$$

$$= 0,5333 (41,559375)$$

$$V = 22,16178 \text{ cm}^3$$

$$V_1 = 22,16178 \text{ cm}^3 \cdot 2$$

$$= 44,3236 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot t_2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 5,5^2 \cdot 0,5$$

$$= 11,8731$$

$$V_{\text{tot}} = V_1 + V_2$$

$$= 56,19 \text{ cm}^3$$