

**KUALITAS BRIKET ARANG KULIT  
BIJI KEPAYANG (*Panqium edule* Reinw)  
DENGAN PENGGUNAAN PEREKAT TAPIOKA**

**MARDIANA ACHMAD  
M 121 02 022**



22 - 0 - 08  
Kehutanan  
1 sks  
Indris  
43  
Ske - 124 08  
ACH  
k.

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2008**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : **Kualitas Briket Arang Kulit Biji Kepayang  
(*Panqium edule* Reinw) dengan Penggunaan Perekat Tapioka**

Nama : **Mardiana Achmad**

Stambuk : **M 121 02 022**

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**



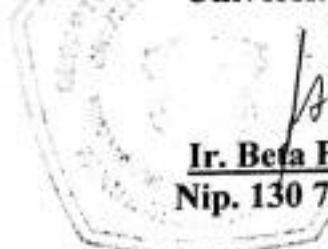
**Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc**

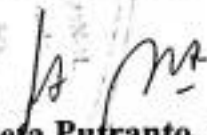
**Pembimbing II**



**Astuti Arif, S.Hut., M.Si**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin**



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

Tanggal Lulus : 21 Agustus 2008

## ABSTRAK

**MARDIANA ACHMAD (M 121 02 022). Kualitas Briket Arang Kulit Biji Kepayang (*Panqium edule* Reinw) dengan Penggunaan Perekat Tapioka dibawah Bimbingan Musrizal Muin dan Astuti Arif.**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas briket arang dengan menggunakan perekat tapioka pada berbagai komposisi. Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tentang pemanfaatan limbah kulit biji kepayang sebagai bahan bakar alternatif serta dapat dijadikan acuan dalam penelitian lebih lanjut.

Penelitian ini berlangsung dari bulan Februari sampai bulan Maret 2008. Sampel bahan baku arang diperoleh di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Pembuatan dan uji kualitas 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.

Pengujian Kualitas arang berdasarkan SNI 01-6235-2000 dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (BPPK). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan perekat tapioka 4 % menghasilkan kadar air rata-rata 5,44 %, kadar zat mudah menguap 32,09 %, kadar abu 2,24 %, kadar karbon terikat 65,67 %, kerapatan  $0,50 \text{ g/cm}^3$ , keteguhan tekan  $5,90 \text{ kg/cm}^2$ , dan nilai kalor  $6533,75 \text{ cal/g}$ . Penggunaan perekat tapioka 8 % menghasilkan kadar air rata-rata 5,75 %, kadar zat mudah menguap 33,43 %, kadar abu 1,95 %, kadar karbon terikat 64,62 %, kerapatan  $0,52 \text{ g/cm}^3$ , keteguhan tekan  $12,14 \text{ kg/cm}^2$ , dan nilai kalor  $6465,32 \text{ cal/g}$ . Penggunaan perekat tapioka 12 % menghasilkan kadar air rata-rata 6,53 %, kadar zat mudah menguap 35,30 %, kadar abu 1,72 %, kadar karbon terikat 63,08 %, kerapatan  $0,62 \text{ g/cm}^3$ , keteguhan tekan  $19,73 \text{ kg/cm}^2$ , dan nilai kalor  $6275,37 \text{ cal/g}$ .

## KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmatNya berupa kesehatan, rezki, ilmu dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Tak lupa penulis sampaikan Seribu Salam dan Salawat kepada junjungan besar **Nabiyullah Baginda Rasulullah Muhammad SAW** beserta keluarga dan para sahabat Beliau, semoga kesejahteraan, kedamaian dan kebahagiaan selalu tercurah pada kita semua. Amin.

Skripsi ini sebagai suatu bukti penyelesaian kewajiban penulis sebagai mahasiswa tingkat S1 dalam menuntut ilmu di Universitas. Mulai masa perkuliahan, penelitian sampai tersusunnya skripsi ini, banyak pihak yang telah memberi bantuan dan dukungan kepada penulis. Olehnya itu penulis menghanturkan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin M.Sc selaku Pembimbing pertama dan Ibu Astuti Arif, S.Hut, M.Si sebagai Pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Ir. Baharuddin, MP, Bapak Ir. Bakri, M.Sc, Bapak Ir. Beta Putranto, M.Sc., selaku dosen penguji.
3. Ibu Astuti Arif, S.Hut, M.Si., selaku penasihat akademik.
4. Bapak Dr. Ir. H Muh. Restu, MP., Selaku Dekan Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

5. Orangtuaku tercinta, Ayah (Alm) Achmad Sadarang dan Ibu Radiah Abubakar, Tante Ani, kakakku Rahmat, kakakku Marlina dan adikku (Nining dan Nurul) yang dengan tulus dan ikhlas memberikan doa, semangat serta bantuan berupa moril dan material, juga atas dukungan terhadap segala kegiatanku, sehingga apa yang telah saya lakukan dapat berjalan dengan baik. Semoga Allah SWT tetap berkenan melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada kalian. Amin.
6. Bapak Pimpinan dan Staf Balai Industri Departemen Perindustrian atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan selama penelitian.
7. Bapak dan Ibu dosen yang telah ikhlas membagi ilmu dan pengalamannya mulai dari awal hingga akhir studi penulis.
8. Seluruh Staf Administrasi Pegawai Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.
9. Tante Ir. Salfiah Achmad terima kasih atas kiriman SNI-nya.
10. Ramlah S.Hut terima atas sampel arangnya untuk saya gunakan selama penelitian.
11. Rekan sepenelitian (Wa Ode Nurhalfi, S.Hut, Tri Yonathan, S.Hut Addiansyah, S.Hut, Yonathan Ata, S.Hut, Mirtawati, S.Hut dan Misra, S.Hut) terima kasih atas kerjasamanya selama penelitian.
12. Teman-temanku **FORESTRY 2002** (Rahma Dewi, S.Hut, Wiwien Rahmawati, S.Hut, Helmiati, S.Hut, Murdiawati, S.Hut, F3 CHaN, S.Hut, Dwi Hartati, S.Hut, Dwi Putri, S.Hut, Zulfikar S.Hut, Selin, S.Hut, Mustamin, S.Hut, Risal Liku, S.Hut, Marni, S.Hut, Herlina, S.Hut, Alfredo, S.Hut, Wira Putra, S.Hut, Sarce S.Hut, Wanti, S.Hut, Jefri, S.Hut, Yuki A., S.Hut, Imilda, Marlin, Nasrum, Sardi Limau, Taufan, Refka, Jala) serta teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan

satu per satu, terima kasih atas kebersamaannya bersama penulis dalam suka maupun duka.

13. Teman-Teman **Angkatan 2003** (Daud, S.Hut, JeliN, S.Hut, Ira S.Hut, V-ThreE, S.Hut, Omhie, Ireng, S.Hut, Devi, S.Hut, Litha, S.Hut, Ita, S.Hut, Fate, S.Hut, Rere, S.Hut, Vera, S.Hut, Dian, S.Hut, Yuna S.Hut, Maria Buntu Pakambanan, Yohana, David). **Angkatan 2004** (Fitri, Echi, Harsen, Novi, Ira, Litha, John Patulak, Jum, Bahra, Apri).

Penulis sadar, bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kesempurnaan hanyalah milik ALLAH SWT. Olehnya itu dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat didalamnya. Akhirnya, penulis berharap semoga isi Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

*Wassalam.*

*Makassar, Agustus 2008*

**Mardiana Achmad**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Tanaman Kepayang.....	3
B. Karbonisasi .....	5
C. Perekat.....	7
D. Briket Arang.....	8
1. Teknik Pembuatan Briket Arang.....	10
2. Mutu Briket Arang .....	12
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat .....	14
B. Alat dan Bahan .....	14
C. Prosedur Penelitian.....	14
1. Perlakuan Bahan Baku .....	14
2. Pengayakan Serbuk Arang .....	15

3.	Pembuatan Briket Arang .....	15
4.	Pengeringan.....	16
D.	Variabel yang diamati	
1.	Kadar Air.....	16
2.	Kadar Zat Mudah menguap.....	17
3.	Kadar Abu .....	17
4.	Kadar Karbon Terikat.....	18
5.	Kerapatan .....	18
6.	Keteguhan Tekan.....	18
7.	Nilai Kalor.....	19
E.	Rancangan Percobaan.....	20
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
1.	Kadar Air.....	22
2.	Kadar Zat Mudah Menguap .....	23
3.	Kadar Abu .....	25
4.	Kadar Karbon Terikat.....	26
5.	Kerapatan .....	28
6.	Keteguhan Tekan.....	29
7.	Nilai Kalor.....	30
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	
A.	Kesimpulan.....	32
B.	Saran .....	32

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

No	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Sifat Briket Arang Buatan Jepang, Inggris, Amerika (USA) dan SNI 01-6235-2000 .....	13
2.	Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Air Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka .....	22
3.	Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka.....	24
4.	Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Abu Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka .....	25
5.	Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Karbon Terikat Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka.....	27
6.	Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kerapatan Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka.....	28
7.	Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka.....	29
8.	Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Nilai Kalor Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka.....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Data Pengukuran Kadar Air Briket Arang Kulit Biji Kepayang (%) pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	36
2.	Analisis Ragam Nilai Kadar Air Briket Arang (%) pada Komposisi Perekat yang Berbeda .....	37
3.	Data Pengukuran Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang Kulit Biji Kepayang (%) pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	38
5.	Analisis Ragam Nilai Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	39
6.	Data Pengukuran Kadar Abu Briket Arang Kulit Biji Kepayang (%) pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	40
7.	Analisis Ragam Nilai Kadar Abu Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	41
8.	Data Pengukuran Kadar Karbon Terikat Briket Arang Kulit Biji Kepayang (%) pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	42
9.	Analisis Ragam Nilai Kadar Karbon Terikat Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda. ....	43
10.	Data Pengukuran Kerapatan Briket Arang Kulit Biji kepayang ( $\text{g/cm}^3$ ) pada Komposisi Perekat yang berbeda.....	44
11.	Analisis Ragam Nilai Kerapatan Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	45
12.	Data Pengukuran Keteguhan Tekan Briket Arang Kulit Biji Kepayang ( $\text{kg/cm}^2$ ) pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	46
13.	Analisis Ragam Nilai Keteguhan Tekan Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda .....	47
14.	Data Pengukuran Nilai Kalor Briket Arang kulit Biji Kepayang ( $\text{kal/g}$ ) pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	48

15.	Analisis Ragam Nilai Kalor Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda.....	49
16.	Perhitungan Volume Briket Arang Kulit Biji Kepayang .....	50

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kayu dan produk turunannya seperti arang pada awal perkembangannya adalah sumber bahan bakar yang paling banyak dipakai karena mudah didapat dan sederhana penggunaannya. Namun seiring dengan berkembangnya teknologi, peranan kayu sebagai bahan bakar mulai menurun terutama di kota-kota besar. Sebagian besar penduduk di perkotaan menggunakan minyak dan gas bumi sebagai sumber energi, di sisi lain penduduk pedesaan umumnya masih menggunakan kayu sebagai bahan bakar. Bila ditinjau dari keberadaannya, kayu dan arang memiliki keunggulan yang sangat menonjol dibandingkan dengan bahan bakar minyak dan gas bumi yaitu bersifat dapat diperbaharui dalam waktu yang lebih cepat (Hendra dan Darmawan, 2000 *dalam* Rustini, 2004).

Indonesia merupakan negara agraris yang cukup potensial sebagai Mekanisme penyakit jalan napas yang berhubungan dengan refluks tidak dipahami dengan baik. Sebuah pandangan yang dipegang secara luas adalah bahwa mekanisme ini timbul dari kontak refluks asam langsung dengan laring dan mukosa faring. Teori lainnya adalah bahwa asam menyebabkan kelainan dengan menstimulasi secara vagus mengantarai reflex-refleks yang menyebabkan penyempitan bronki. Pepsin telah lama diketahui menyebabkan penyakit ulser peptik (pencernaan) tetapi hanya sampai beberapa tahun terakhir memiliki kaitan dengan penyakit organ aerodigestiv atas diketahui. Karena pepsin tidak bersintesis oleh tipe sel apapun dalam aliran napas, terdapatnya pepsin pada jaringan aliran napas merupakan bukti nyata bahwa area tersebut telah menyingkap isi gastrik.

penggunaan energi salah satunya adalah mendorong ke arah pemakaian dan pengembangan bahan bakar yang dapat dipulihkan/*renewable*.

Kulit biji kepayang (*Panqium edule* Reinw) adalah salah satu bentuk limbah dari sisa hasil pengolahan bahan makanan yang dapat diolah lebih lanjut menjadi arang. Kepayang tersebar di seluruh nusantara dan banyak tumbuh liar di pulau Jawa. Di daerah Jawa Barat, pohon ini tumbuh terpencar terutama di daerah-daerah perbukitan rendah (Sunanto, 1992). Kayu kepayang hampir tidak pernah digunakan karena selain tidak awet orang lebih mengutamakan hasil biji dan daunnya. Biji Buah kepayang terdiri atas kulit yang keras (tempurung atau batok), selaput inti biji dan inti biji. Produk yang dihasilkan dari inti biji berbeda-beda di setiap daerah dengan cara pengolahan yang masih bersifat tradisional, tetapi pada umumnya digunakan sebagai bahan makanan serta dijadikan minyak. Kulit biji dari kepayang belum dimanfaatkan dan hanya terbuang begitu saja. Oleh karena itu, perlu usaha penelitian untuk memanfaatkan limbah ini dengan mengolah limbah tersebut menjadi briket arang. Hal ini dimaksudkan untuk lebih meningkatkan nilai tambah buah tanaman kepayang serta dapat menghasilkan produk baru di samping produk utamanya yaitu bahan makanan.

### **B. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas briket arang dengan menggunakan perekat tapioka pada berbagai komposisi. Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tentang pemanfaatan limbah kulit biji kepayang sebagai bahan bakar alternatif serta dapat dijadikan acuan dalam penelitian lebih lanjut.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Deskripsi Tanaman Kepayang

Menurut Heyne (1987) dalam Luther (1997) sistematika tanaman kepayang adalah sebagai berikut:

- Divisio : Spermatophyta
- Sub divisio : Angiospermae
- Class : Dicotyledonae
- Ordo : Passiflora
- Family : Flacourtiaceae
- Genus : *Pangium*
- Spesies : *Pangium edule* Reinw

Jenis tanaman ini mempunyai banyak nama daerah, antara lain: kepayang (Indonesia), pangi atau hapesong (Batak), pangi (Malaysia), kayu rubah buah (Lampung), pacung atau picung (Sunda), pakem atau pucung (Jawa), kalowa (Sumbawa) dan pangi (Bugis). Tanaman kepayang tersebar di seluruh nusantara dan banyak tumbuh liar di Pulau Jawa, yakni daerah-daerah dengan ketinggian di bawah 1.000 m dari permukaan laut. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik di daerah yang mempunyai ketinggian 10–1000 meter di atas permukaan laut. Suhu lingkungan yang tepat bagi tanaman ini adalah suhu yang tidak banyak berubah yaitu antara 22 – 30 °C. Tanaman kepayang dapat hidup sampai umur di atas 100 tahun. Tinggi pohon dapat mencapai 40 meter. Batang pokoknya besar dan pada pangkal pohon terdapat banir-banir yang lebarnya dapat mencapai 2,5 meter. Ranting muda berambut (berbulu) lembut dan berwarna coklat. Daunnya sebagian

besar terkumpul pada ujung ranting dan mempunyai tangkai daun yang panjang. Buah kepayang ada yang berukuran besar dan ada pula yang berukuran kecil dan berambut halus berwarna coklat yang rapat. Bentuk buah yang sudah tua adalah bulat telur (elipsoid). Buah kepayang yang berukuran besar dapat mencapai diameter 25 cm, sedangkan yang berukuran kecil mempunyai diameter sekitar 10 cm. Buah kepayang mengandung biji yang jumlahnya banyak dan tersusun rapi pada poros buah seperti buah cempedak. Setiap biji buah terbalut daging buah berwarna kuning (seperti biji buah durian). Buah yang berukuran besar mengandung biji yang jumlahnya dapat mencapai 30 biji, sedangkan buah yang berukuran kecil mengandung sekitar 12 biji. Biji buah kepayang berkulit luar yang keras yang disebut tempurung atau cangkang. Tempurung biji berwarna coklat dengan garis-garis menonjol yang melingkar-lingkar indah. Biji kepayang mengandung inti biji (endosperm) berwarna putih dan keras, di mana antara inti biji dengan tempurung dibatasi oleh selaput tipis berwarna coklat. Manfaat inti biji kepayang berbeda-beda di setiap daerah, di Banten di manfaatkan untuk mengawetkan ikan, di Madiun (Jawa Timur) untuk pembuatan terasi, di Sapanuan untuk pembuatan kecap, di Sumatera Barat untuk pembuatan minyak dan di Toraja sebagai bahan makanan (Sunanto, 1992).

## B. Karbonisasi

Proses karbonisasi adalah reaksi eksoterm di mana panas yang dikeluarkan lebih besar dari panas yang diperlukan. Biasanya terlihat pada suhu 300–400 °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 -1000 °C, dengan perubahan terbesar pada suhu 200–500 °C (Yoyon, dkk., 2001 *dalam* Lasore, 2007). Syahrudin, dkk. (1987) *dalam* Lasore (2007) menyebutkan karbonisasi secara singkat adalah sebagai berikut:

- a. Pada awal pemanasan, air dalam bahan baku dilepaskan bersamaan CO dan CO<sub>2</sub> dalam jumlah kecil.
- b. Pada suhu 200 – 400 °C sebagian besar selulosa murni terurai secara intensif di samping pembentukan gas juga di jumpai sejumlah kecil senyawa karbon.
- c. Pada suhu 400 – 500 °C lignin terurai dan dihasilkan lebih banyak ter sedangkan gas menurun dan meningkatkan suhu, maka gas CO<sub>2</sub> semakin berkurang sedangkan gas CO, CH<sub>4</sub> dan CH<sub>2</sub> semakin meningkat.
- d. Pada suhu 500 – 700 °C pembentukan ter dan gas hidrogen semakin bertambah, terbentuknya karbon mencapai 90%.
- e. Di atas suhu 700 °C diperoleh gas yang dapat diembunkan terutama terdiri atas gas hidrogen.

Karbonisasi atau pirolisis adalah proses penguraian kayu (bahan-bahan organik yang lain) secara termal tanpa adanya zat asam. Semula dinamakan penyulingan yang merusak dan di masa yang lampau telah digunakan untuk



memproduksi arang kayu, asam asetat dan metanol. Produk pirolisis adalah gas, cairan dan bahan bakar padat. Gas pirolisis sering dibakar di tempat untuk menghasilkan panas untuk proses tersebut. Produk padat yang dihasilkan ialah arang kayu dan cairan minyak yang kompleks (Haygreen dan Bowyer, 1996). Peruraian pirolitik kayu dengan adanya udara atau oksigen dalam suhu akhir sekitar 500 °C menghasilkan tiga kelompok umum senyawa, yaitu: komponen-komponen padat, senyawa-senyawa yang mudah menguap dan dapat dikondensasi, serta gas-gas yang mudah menguap dan tidak dapat dikondensasi. Di samping arang, gas, ter dan minyak, cuka kayu dan alkohol kayu merupakan produk-produk khas dari karbonasi kayu. Rendemen dari produk-produk ini tergantung pada komposisi dari bahan awal dan terutama tergantung pada komposisi pirolisis (Fengel dan Wegener, 1995).

Pembakaran tidak sempurna menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida. Peristiwa tersebut disebut pirolisis. Pada saat pirolisis, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai sebagian besar menjadi karbon atau arang. Pirolisis untuk pembentukan arang terjadi pada suhu 150-300 °C disebut pirolisis primer, sedangkan pirolisis di mana arang mengalami perubahan lebih lanjut menjadi karbon monoksida, gas hidrogen dan gas-gas hidrokarbon disebut pirolisis sekunder (Hasbullah, 2001).

### C. Perekat

Sutigno (1986) *dalam* Latifah (1997) bahwa 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.

Perekat kanji dibuat dari tepung tapioka ditambah dengan air. 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 Soleh, 1994 *dalam* Triono, 2006). Kelemahan perekat tapioka mempunyai sifat tahan terhadap kelembaban. Hal ini disebabkan tapioka mempunyai sifat yang dapat menyerap air dari udara (Goutara dan Wijandi, 1975 *dalam* Triono, 2006).

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 kering 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 (Sulistiyanto, 2006 ).

Menurut Hartoyo dan Roliadi (1978) dalam Triono (2006) ditinjau dari macam-macam perekat yang digunakan, maka produk yang dihasilkan dapat dibedakan antara briket arang yang tidak berasap atau kurang berasap dan berasap. Pemakaian ter, pitch, dan molase sebagai bahan perekat menghasilkan briket yang tinggi kekuatannya, tetapi memberikan banyak asap jika dibakar. Bahan perekat pati, dekstrin dan tepung beras akan menghasilkan briket arang yang tidak berasap dan tahan lama tetapi nilai kalornya tidak setinggi nilai arang kayu.

Tepung tapioka mempunyai banyak kegunaan antara lain sebagai bahan pembantu dalam berbagai industri. Dibandingkan tepung jagung, kentang, dan gandum atau terigu, komposisi zat gizi tepung tapioka cukup baik digunakan sebagai bahan pengental. Pada umumnya, ada dua jenis tapioka yaitu tapioka kasar dan tapioka halus. Kualitas tapioka sangat ditentukan oleh berbagai faktor, yaitu warna tepung, kandungan air, banyaknya serat dan kotoran, dan tingkat kekentalan (Margono, dkk., 2000).

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

Briket arang adalah arang yang mempunyai bentuk tertentu dengan kerapatan yang tinggi (BJ 1-1,2) yang diperoleh dengan cara pengempaan yang halus yang dicampur dengan 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 diangkut, dan praktis untuk digunakan (Departemen Pertanian, 1976).

Sebagai komoditas yang bernilai ekspor, briket arang dijadikan bahan baku industri kimia yang membutuhkan karbon, selain itu briket arang digunakan sebagai bahan bakar untuk pemanas ruangan pada musim dingin. Kelebihan briket arang dibandingkan arang adalah dapat memperbesar rendemen dan modifikasi bentuk dapat dilakukan sesuai keinginan, bentuknya seragam dan lebih padat sehingga akan memperkecil tempat penyimpanan dan memudahkan transportasi, kualitas pembakaran lebih baik, serta nilai kalor bakar briket arang lebih tinggi akan lebih menguntungkan, karena pada umumnya 40 % terdiri dari bahan arang yang nilainya lebih rendah. Selain memiliki kelebihan, briket arang juga memiliki kelemahan salah satunya yaitu memerlukan waktu yang relatif lama untuk terbakar atau menyala (Hendra, 1999 *dalam* Masturin, 2002).

Hendra dan Darmawan (2000) *dalam* Rustini (2004) 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 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). 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. Nurhayati

(1983) *dalam* Rustini (2004) menyatakan bahwa perbedaan ukuran serbuk mempengaruhi keteguhan tekan dan kerapatan briket arang. Dalam hal ini penggunaan ukuran serbuk arang diperoleh kecenderungan bahwa makin halus ukuran serbuk makin tinggi pula kerapatan tekan briket arang.

Tinggi rendahnya nilai kalor disebabkan oleh komposisi kandungan bahan kimia kayu. Komponen kimia kayu yang mempengaruhi nilai karbon, lignin dan resin (Nurhayati, 1983 *dalam* Rustini 2004). Menurut Fengel dan Wegener (1995) kayu yang mempunyai kadar abu dari silika tinggi akan menghasilkan briket arang dengan kadar abu yang tinggi pula. Besar kecilnya kadar abu ditentukan oleh kadar bahan organik kayu yang terbakar. Komponen abu kayu yang utama adalah kalsium, kalium dan magnesium.

### **1. Teknik Pembuatan Briket Arang**

Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (1994) *dalam* Masturin (2002) mengemukakan bahwa proses pembuatan briket arang meliputi empat cara yaitu:

1. Pengempaan serbuk gergaji menjadi briket kemudian disusul dengan karbonisasi pada tekanan sedang.
2. Pengempaan dan proses karbonisasi serbuk kayu dilakukan secara serentak.
3. Pengempaan campuran arang kayu dan serbuk kayu menjadi briket disusul dengan proses karbonisasi.
4. Pengempaan campuran arang kayu dan bahan perekat menjadi briket disusul dengan proses pengeringan yang kadang dikarbonisasi kembali.

Proses yang umum dilakukan adalah proses yang tercantum pada butir 1 dan 4. Briket yang baru dibentuk dengan tekanan tertentu dikeringkan didalam oven bersuhu 60 °C selama 24 jam atau dijemur di udara terbuka sampai mencapai kadar air lingkungan.

Menurut Herman (1989) dalam Masturin (2002), tekanan pengempaan diberikan untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang direkat dengan bahan perekat. Semakin tinggi tekanan pengempaan, maka semakin tinggi kerapatan briket dengan mengikuti persamaan regresi linier. Penambahan tekanan pada suatu batas tertentu akan menyebabkan bahan perekat ikut terbuang. 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 Pari *et al.* (1990) dalam Triono (2006) menyatakan bahwa pada umumnya semakin tinggi tekanan yang diberikan akan memberikan kecenderungan menghasilkan briket arang dengan kerapatan dan keteguhan tekanan yang semakin tinggi pula.

Menurut Suryani (1986) dalam Rustini (2004) pengempaan dalam pembuatan briket dapat dilakukan dengan alat-alat pengepres *type compression* atau *extrusion*. Tekanan yang diberikan untuk pembentukan briket arang dibedakan menjadi dua cara yaitu batas elastisitas bahan baku sehingga struktur sel akan runtuh dan belum melampaui batas elastisitas bahan baku. Menurut Abdullah, dkk. (1991) beberapa alat atau mesin pengempa yang dapat digunakan

untuk densifikasi dibedakan atas empat jenis, yaitu: (1) Piston press yang digerakkan oleh piston mekanis dan hidroulik, (2) *Conical screw press*, (3) *Screw press* dengan mantel pemanas, (4) *Rotary ring disc press*.

## 2. Mutu Briket Arang

Persyaratan briket arang tidak berbeda jauh dengan persyaratan arang. Menurut Millstein dan Morkved (1960) dalam Rustini (2004), persyaratan briket arang yang baik yaitu: bersih, tidak berdebu dan berbau, mempunyai kekerasan yang merata, kadar abu serendah mungkin, nilai kalor sepadan dengan bahan bakar lain, serta menyala dengan baik dan memberikan panas yang merata, harganya dapat bersaing dengan bahan bakar lain.

Kualitas briket arang dipengaruhi oleh jenis bahan baku arang yang digunakan, komposisi perekat serta tingkat pengempaan. Ukuran serbuk arang yang halus untuk bahan baku briket arang akan mempengaruhi ketahanan briket arang yang semakin meningkat. Ukuran yang besar dan tidak seragam akan menyebabkan proses perekatan briket tidak maksimal dan keteguhan tekan briket yang dihasilkan rendah (Nurhayati, 1983 dalam Rustini, 2004).

Sudrajat (1982) dalam Latifah (1997) 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 tekan tinggi (>12,0 kg/cm<sup>2</sup>). Untuk mengetahui standar kualitas secara bahan baku untuk briket arang Indonesia

mengacu pada Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6235-2000) seperti pada Tabel 1.

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

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

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



### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung pada bulan Februari 2008 sampai dengan bulan Maret 2008. Sampel bahan baku arang diperoleh di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Pembuatan dan uji kualitas 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 dalam pembuatan briket arang antara lain: alat penggiling, alat pengempa, cetakan briket, ayakan 60 mesh, wadah plastik, pemanas atau kompor, termometer, desikator, oven, kuas, gelas ukur, timbangan digital, cawan porselin, *universal testing gebruder amsler* dan *perioxide bomb calorimeter*. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit biji kepayang yang telah jadi arang (Lasore, 2007), air dan bahan perekat adalah tapioka.

#### C. Prosedur Penelitian

##### 1. Perlakuan Bahan Baku

Arang kulit biji kepayang dibersihkan dari kotoran atau debu yang menempel dengan menggunakan kuas, setelah itu bahan baku arang kulit biji kepayang dihancurkan atau dihaluskan.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini berlangsung pada bulan Februari 2008 sampai dengan bulan Maret 2008. Sampel bahan baku arang diperoleh di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Pembuatan dan uji kualitas 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 dalam pembuatan briket arang antara lain: alat penggiling, alat pengempa, cetakan briket, ayakan 60 mesh, wadah plastik, pemanas atau kompor, termometer, desikator, oven, kuas, gelas ukur, timbangan digital, cawan porselin, *universal testing gebruder amsler* dan *perioxide bomb calorimeter*. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit biji kepayang yang telah jadi arang (Lasore, 2007), air dan bahan perekat adalah tapioka.

#### **C. Prosedur Penelitian**

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

Arang kulit biji kepayang dibersihkan dari kotoran atau debu yang menempel dengan menggunakan kuas, setelah itu bahan baku arang kulit biji kepayang dihancurkan atau dihaluskan.

menggunakan alat *universal testing gebruder amsler* dengan tekanan sebesar 400 kg.

#### **4. Pengeringan**

Briket arang yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada temperatur 60 °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 yang Diamati**

Variabel yang diamati untuk menentukan sifat arang meliputi sifat kimia dan sifat fisik yang terdiri atas: (1) pengujian dan pengukuran kadar air, zat mudah menguap, kadar abu sesuai standar SNI 01-6235-2000, (2) pengujian nilai kalor yang disesuaikan dengan standar yang berlaku di PT. Superitending Company of Indonesia (Sucopindo), (3) pengujian dan pengukuran karbon terikat, kerapatan dan keteguhan tekan sesuai dengan standar ASTM 1984 No. D 1762 – 84.

##### **1. Kadar Air**

Kadar air ditentukan dengan menimbang 1 gram contoh dalam cawan porselin yang sudah diketahui bobotnya. Kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 115 °C selama ± 3 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 1 jam lalu ditimbang kembali. Rumus perhitungan kadar air yang digunakan sebagai berikut:

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

Di mana:

Ba = Berat sampel sebelum dikeringkan (g)

Bkt = Berat sampel kering tanur (g)

## 2. Kadar Zat Menguap (Volatile)

Cawan porselin yang berisi 2 g contoh uji yang sudah diketahui beratnya, dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $\pm 950$  °C selama 7 menit. Setelah penguapan selesai, lalu didinginkan dalam desikator selama 1 jam selanjutnya ditimbang. Kadar zat mudah menguap dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

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

Di mana:

$X_1$  = Bobot awal (g)

$X_2$  = Bobot akhir (g)

## 3. Kadar Abu

Cawan porselin yang berisikan 2 g contoh uji dimasukkan dalam oven pada suhu  $\pm 900$  °C selama 2 jam, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar abu dinyatakan dengan rumus :

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

#### 4. Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Kadar karbon terikat dinyatakan dalam persen dengan rumus:

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

#### 5. Kerapatan

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

$$1. V_{\text{kerucut}} = \frac{t_1}{3}(L_p + \sqrt{L_p \cdot L_u} + L_u)$$

$$2. V_{\text{silinder}} = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot t_2$$

$$3. V_{\text{tot}} = V_1 + V_2$$

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

Pengukuran keteguhan tekan dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Gebruder Amsler*. Penekanan yang diberikan dilakukan secara perlahan-lahan sampai briket tersebut pecah. Angka pada skala dikonversikan dalam satuan kg/cm<sup>2</sup> 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 menggunakan perekat tapioka pada berbagai komposisi dalam pembuatan briket arang kulit biji kepayang dengan tiga taraf perlakuan, yaitu:

- A = Serbuk arang sebanyak 35 g ditambah perekat tapioka 1,4 g.
- B = Serbuk arang sebanyak 35 g ditambah perekat tapioka 2,8 g.
- C = Serbuk arang sebanyak 35 g ditambah perekat tapioka 4,2 g.

Model rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan tiga kali ulangan. Model matematikanya (Gasperz, 1994) adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

$Y_{ij}$  = Angka pengamatan percobaan

$\mu$  = Rata-rata pengamatan

$\alpha_i$  = Efek perlakuan ke-i

$\epsilon_{ij}$  = Efek kesalahan percobaan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Data diolah dengan sidik ragam yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Untuk mengetahui pengaruh antara masing-masing perlakuan pada berbagai komposisi, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) sebagai berikut:

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

Dimana:

$\omega$  = Nilai uji Tukey

$q\alpha$  = Nilai tabel Tukey

$p$  = Jumlah perlakuan

$n_2$  = Derajat bebas galat

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

Dimana  $r$  = Jumlah ulangan



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Kadar Air

Hasil pengukuran kadar air briket arang yang dibuat dari kulit biji kepayang dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kadar air berkisar antara 4,89 – 6,57 %. Hasil analisis ragam sebagaimana ditunjukkan pada Lampiran 2 memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar air briket arang. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan uji BNJ, yang hasilnya disajikan pada Tabel 2. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan A memberikan hasil berbeda tidak nyata terhadap perlakuan B tetapi memberikan hasil berbeda nyata terhadap perlakuan C sedangkan pada perlakuan B memberikan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan C. Nilai kadar air yang diperoleh memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu maksimum 8 % dan standar BPPK yaitu maksimal 7,57%. Nilai kadar air rata-rata briket arang kulit biji kepayang yaitu 5,44%, 5,75% dan 6,53% lebih tinggi dari nilai kadar air rata-rata arang kulit biji kepayang (Lasore, 2007), yaitu 5,98%.

Tabel 2. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Air Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka.

Perlakuan	Rata-rata Kadar Air (%) BNJ = 0,6633
A (Perekat 4 %)	5,44 <sup>a</sup>
B (Perekat 8 %)	5,75 <sup>a</sup>
C (Perekat 12 %)	6,53 <sup>b</sup>

Keterangan: - Nilai rata-rata kadar air dan Nilai BNJ  
- Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ( $P > 0,05$ )

Nilai kadar air briket arang yang diperoleh menunjukkan kecenderungan menaik dengan bertambahnya perekat. Peningkatan jumlah perekat tapioka akan menyebabkan jumlah kadar pati dalam briket arang meningkat. Peningkatan kadar pati tersebut menyebabkan jumlah gugus hidroksil bebas dalam briket arang juga meningkat sehingga kemampuan briket arang dalam mengikat air juga cenderung meningkat.

Kadar air yang tinggi akan menyebabkan penurunan kualitas briket arang yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh penurunan nilai kalor dengan peningkatan kadar air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Margono dkk. (2000) yang menyatakan bahwa kualitas perekat tapioka sangat ditentukan oleh kadar air pada briket arang. Banyaknya kandungan air dalam briket arang akan menurunkan kualitas briket arang, terutama terhadap nilai kalor briket arang. Di samping itu, akan menyebabkan briket arang akan lebih sulit untuk dinyalakan.

## **2. Kadar Zat Mudah Menguap**

Hasil pengukuran kadar zat mudah menguap briket arang yang dibuat dari kulit biji kepayang dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kadar zat mudah menguap berkisar antara 31,91 – 35,64 %. Hasil analisis ragam seperti ditunjukkan pada Lampiran 4 memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai kadar zat mudah menguap briket arang. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan uji BNJ, yang hasilnya disajikan pada Tabel 3. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan A memberikan hasil berbeda tidak nyata dengan perlakuan B tetapi memberikan hasil berbeda nyata dengan perlakuan C, sedangkan pada perlakuan

B memberikan hasil berbeda tidak nyata dengan perlakuan C. Nilai kadar zat mudah menguap yang diperoleh memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu maksimum 15 % dan standar BPPK yaitu maksimal 16,14%. Nilai kadar zat mudah menguap rata-rata briket arang kulit biji kepayang yaitu 32,09%, 33,43% dan 35,30% lebih tinggi dari nilai kadar zat mudah menguap rata-rata arang kulit biji kepayang (Lasore, 2007), yaitu 24,22%.

Tabel 3. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka

Perlakuan	Rata-rata Kadar Zat Mudah Menguap (%) BNJ = 2,4829
A (Perekat 4 %)	32,09 <sup>a</sup>
B (Perekat 8 %)	33,43 <sup>ab</sup>
C (Perekat 12 %)	35,30 <sup>b</sup>

Keterangan: - Nilai rata-rata kadar air dan Nilai BNJ  
 - Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda sangat nyata ( $P>0,01$ )

Nilai kadar zat mudah menguap briket arang yang diperoleh menunjukkan kecenderungan naik dengan bertambahnya perekat. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah unsur-unsur hidrogen dan oksigen akibat penambahan pati dalam briket sehingga kadar zat mudah menguap juga cenderung meningkat.

Tinggi rendahnya kadar zat mudah menguap pada briket arang juga diduga selain dipengaruhi oleh kandungan zat ekstraktif dan kesempurnaan proses karbonisasi juga dipengaruhi oleh waktu dan suhu pada proses pengarangan. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurhayati (1983) dalam Rustini (2004) yang menyatakan bahwa semakin rendah suhu dan waktu pengarangan maka semakin sedikit zat mudah menguap yang terbang, sehingga pada saat pengujian kadar zat mudah menguap akan diperoleh kadar zat mudah menguap yang tinggi.

Sedangkan pada briket arang diharapkan memiliki kadar zat mudah menguap yang serendah mungkin.

### 3. Kadar Abu

Hasil pengukuran kadar abu briket arang yang dibuat dari kulit biji kepayang dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil tersebut menunjukkan nilai kadar abu berkisar antara 1,62 – 3,19 %. Hasil analisis ragam seperti ditunjukkan pada Lampiran 6 memperlihatkan bahwa perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap nilai kadar abu briket arang. Nilai kadar abu memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu maksimum 8 % dan standar BPPK yaitu maksimum 5,51%. Nilai kadar abu rata-rata briket arang kulit biji kepayang yaitu 2,24 %, 1,95 % dan 1,72 % lebih rendah dari nilai kadar abu rata-rata arang kulit biji kepayang (Lasore, 2007), yaitu 4,49%.

Tabel 4. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Abu Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka

Perlakuan	Rata-rata Kadar Abu (%)
A (Perekat 4 %)	2,24
B (Perekat 8 %)	1,95
C (Perekat 12 %)	1,72

Keterangan: - Nilai rata-rata kadar air dan Nilai BNJ

Dalam penelitian ini kadar abu tidak dipengaruhi oleh perekat. Hal ini menunjukkan bahwa perekat tapioka (pati) tidak mengandung mineral dalam jumlah yang dapat mempengaruhi kadar abu briket arang. Hal ini dapat di mengerti karena pati merupakan homopolimer yang terdiri dari molekul-molekul glukosa melalui ikatan glikosida (Zulviani, 1992 *dalam* Brades, 2008). Menurut

Winarno (1989) dalam Brades (2008), setiap pati memiliki karakteristik yang khas tergantung pada rantai C-nya dan bercabang atau lurus rantai molekulnya. Pati terdiri atas dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan (1,4)  $\alpha$ -D glukosa, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan (1,6)  $\alpha$ -D glukosa sebanyak 4 % sampai 5 % dari berat total.

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

Hasil pengukuran kadar karbon terikat briket arang yang dibuat dari kulit biji kepayang dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kadar karbon terikat berkisar antara 62,92 – 66,25 %. Hasil analisis ragam seperti ditunjukkan pada Lampiran 8 memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar karbon terikat briket arang. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan uji BNJ, yang hasilnya disajikan pada Tabel 5. Nilai kadar karbon terikat yang dihasilkan pada briket arang kulit biji kepayang lebih rendah dibandingkan standar BPPK yaitu minimal 78,35%. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan A memberikan hasil yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan B tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan C sedangkan pada perlakuan B memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap perlakuan C.

Tabel 5. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kadar Karbon Terikat Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka

Perlakuan	Rata-rata Kadar Karbon Terikat (%) BNJ = 1,6960
A (Perekat 4 %)	65,67 <sup>b</sup>
B (Perekat 8 %)	64,62 <sup>ab</sup>
C (Perekat 12 %)	63,08 <sup>a</sup>

Keterangan: - Nilai rata-rata kadar air dan Nilai BNJ  
 - Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ( $P > 0,05$ )

Nilai kadar karbon terikat briket arang yang diperoleh menunjukkan kecenderungan turun dengan bertambahnya jumlah perekat. Penambahan jumlah perekat akan cenderung menyebabkan peningkatan kadar zat mudah menguap sehingga mengakibatkan kadar karbon terikat pada briket arang cenderung menurun.

Kadar karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor bakar briket arang. Kadar karbon terikat akan bernilai tinggi apabila nilai kadar abu dan kadar zat mudah menguap briket arang rendah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian, nilai kadar karbon terikat tertinggi pada penggunaan perekat tapioka 4 % rata-rata sebesar 65,67 % menghasilkan nilai kalor briket arang kulit biji kepayang yang tinggi pula rata-rata 6533,75 kal/g. Sedangkan nilai kadar karbon terikat terendah pada penggunaan perekat tapioka 12 % rata-rata sebesar 63,08 % menghasilkan nilai kalor briket arang kulit biji kepayang yang terendah pula sebesar 6275,37 kal/g. Hal ini didukung oleh Abidin (1973) dalam Masturin (2002) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar karbon terikat pada arang kayu maka menandakan arang tersebut adalah arang yang baik. Pada proses pembakaran membutuhkan karbon yang bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan kalor.

## 5. Kerapatan

Hasil pengukuran kerapatan briket arang yang dibuat dari kulit biji kepayang dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil tersebut menunjukkan nilai kerapatan berkisar antara 0,45 – 0,63 g/cm<sup>3</sup>. Hasil analisis ragam seperti ditunjukkan pada Lampiran 10 memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kerapatan briket arang. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan uji BNJ, yang hasilnya disajikan pada Tabel 6. Nilai kerapatan yang dihasilkan pada briket arang kulit biji kepayang telah memenuhi standar BPPK yaitu minimal 0,4407 g/cm<sup>3</sup>. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan A memberikan hasil yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan B tetapi memberikan hasil berbeda nyata terhadap perlakuan C sedangkan pada perlakuan B memberikan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan C.

Tabel 6. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Kerapatan Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka.

Perlakuan	Rata-rata Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> ) BNJ = 0,0767
A (Perekat 4 %)	0,50 <sup>a</sup>
B (Perekat 8 %)	0,52 <sup>a</sup>
C (Perekat 12 %)	0,62 <sup>b</sup>

Keterangan: - Nilai rata-rata kadar air dan Nilai BNJ  
- Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ( $P > 0,05$ )

Nilai kerapatan briket arang yang diperoleh menunjukkan kecenderungan naik dengan bertambahnya perekat. Penambahan perekat akan menyebabkan luas permukaan kontak partikel briket arang yang disclubungi oleh perekat tapioka meningkat, sehingga menyebabkan daya rekat (*adhesi*) partikel dengan tepung

tapioka juga meningkat. Hal ini menyebabkan peningkatan kerapatan briket arang yang dihasilkan.

## 6. Keteguhan Tekan

Hasil pengukuran keteguhan tekan briket arang yang dibuat dari kulit biji kepayang dapat dilihat pada Lampiran 11. Hasil tersebut menunjukkan nilai kerapatan berkisar antara 3,37 – 24,11 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil analisis ragam seperti ditunjukkan pada Lampiran 12 memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai keteguhan tekan briket arang. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan uji BNJ, yang hasilnya disajikan pada Tabel 7. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan A memberikan hasil yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan B tetapi memberikan hasil berbeda nyata dengan perlakuan C, sedangkan pada perlakuan B memberikan hasil berbeda tidak nyata dengan perlakuan C.

Tabel 7. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Keteguhan Tekan Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka.

Perlakuan	Rata-rata Keteguhan Tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) BNJ = 11,7271
A (Perekat 4 %)	5,90 <sup>a</sup>
B (Perekat 8 %)	12,14 <sup>ab</sup>
C (Perekat 12 %)	19,73 <sup>b</sup>

Keterangan: - Nilai rata-rata kadar air dan Nilai BNJ  
 - Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ( $P > 0,01$ )

Nilai keteguhan tekan briket arang yang diperoleh menunjukkan kecenderungan naik dengan bertambahnya perekat. Peningkatan jumlah perekat akan menyebabkan kerapatan briket arang cenderung meningkat sehingga menyebabkan keteguhan tekan briket arang yang dihasilkan juga meningkat. Hal



ini didukung oleh pernyataan Pari *et al.* (1990) dalam Triono (2006) yang menyatakan bahwa penambahan kadar perekat akan menambah daya ikat antara perekat arang pada briket. Selain itu, keteguhan tekan juga disebabkan tekanan pengempaan yang diberikan terbatas dalam penelitian ini tekanan yang diberikan sebesar 400 kg.

## 7. Nilai Kalor

Hasil pengukuran nilai kalor briket arang yang dibuat dari kulit biji kepayang dapat dilihat pada Lampiran 13. Hasil tersebut menunjukkan nilai kerapatan berkisar antara 6173,59 – 6635,16 kal/g. Hasil analisis ragam seperti ditunjukkan pada Lampiran 14 memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kalor briket arang. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan uji BNJ, yang hasilnya disajikan pada Tabel 8. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan A memberikan hasil yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan B tetapi memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan C, sedangkan pada perlakuan B memberikan hasil berbeda tidak nyata terhadap perlakuan C. Nilai kalor yang diperoleh memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu minimum 5000 kal/g, tetapi tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh BPPK yaitu minimal 6814,11 kal/g. Nilai kalor rata-rata briket arang kulit biji kepayang yaitu 6275,37 ka/g, 6465,32 kal/g dan 6533,75 kal/g lebih rendah dari nilai kalor rata-rata arang kulit biji kepayang (Lasore, 2007), yaitu 6.802,43 kal/g.

Tabel 8. Hasil Uji BNJ dan Nilai Rata-rata Nilai Kalor Briket Arang Kulit Biji Kepayang dengan Penggunaan Perekat Tapioka

Perlakuan	Rata-rata Nilai Kalor (Cal/g) BNJ = 224,2907
A (Perekat 4 %)	6533,75 <sup>b</sup>
B (Perekat 8 %)	6465,32 <sup>ab</sup>
C (Perekat 12 %)	6275,37 <sup>a</sup>

Keterangan: - Nilai rata-rata kadar air dan Nilai BNJ  
 - Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ( $P > 0,05$ )

Nilai kalor briket arang yang diperoleh cenderung turun dengan bertambahnya perekat. Penambahan perekat menyebabkan penurunan jumlah kadar karbon terikat. Hal ini menyebabkan penurunan nilai kalor briket arang yang dihasilkan. Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor briket arang semakin baik pula kualitas briket arang yang dihasilkan. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Jatmika (1980) dalam Triono (2006) menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh berat jenis bahan baku. Ditambahkan oleh Nurhayati (1974) dalam Triono (2006) menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket arang. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu briket arang akan menurunkan nilai kalor briket arang yang dihasilkan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi perekat berpengaruh nyata terhadap kualitas briket arang (kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, kerapatan, keteguhan tekan dan nilai kalor) yang dihasilkan tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap nilai kadar abu briket arang.
2. Penggunaan komposisi perekat 12% akan menghasilkan briket arang (kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, kerapatan, keteguhan tekan dan nilai kalor) yang lebih baik dibandingkan komposisi perekat 8% dan 4%.
3. Penggunaan komposisi perekat 4%, 8%, dan 12% untuk variabel kadar air, kadar abu dan nilai kalor memenuhi standar SNI 01-6235-2000, sedangkan yang tidak memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu kadar zat mudah menguap.

### B. Saran

Untuk menurunkan kadar zat mudah menguap pada briket arang yang dihasilkan maka perlu adanya pengaturan proses pembakaran arang yang baik melalui penurunan suhu pembakaran dan waktu pembakaran. Selain itu, dapat dilakukan dengan penyempurnaan proses karbonisasi.

## 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. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonim. 2008. Bahan Bakar dan Pembakaran. [Http://www.chemeng.ui.ac.id/~wulan/materi/lecture%20notes/umum.pdf](http://www.chemeng.ui.ac.id/~wulan/materi/lecture%20notes/umum.pdf). [06 Mei 2008].
- ASTM, 1984. Standard D.1762-84: Methods for Chemical Analysis of Wood Charcoal. Annual Book of ASTM Standard, Vol. 04 09. American Standard for Testing and Materials. Philadelphia.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 1994. Pedoman Teknis Pembuatan Briket Arang. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. SNI 01-6235-2000: Briket Arang Kayu. Jakarta.
- Brades, C. A., 2008. Pembuatan Briket Arang dari Enceng Gondok (*Eichornia Crasipess Solm*) dengan Sagu sebagai Pengikat. [http://Brades.multiply.com/journal/item/1/Pembuatan Briket Arang Dari Enceng Gondok Eichornia Crasipess Solm Den...127k/](http://Brades.multiply.com/journal/item/1/Pembuatan_Briket_Arang_Dari_Enceng_Gondok_Eichornia_Crasipess_Solm_Den...127k/). [22 Juli 2008].
- Departemen Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. 2006. Ekspor Bahan Meningkatkan 647,2 Juta Dollar Amerika Serikat. Depkominfo. Jakarta.
- Departemen Pertanian. 1976. Vadamecum Kehutanan Indonesia. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.
- Fengel, D. dan G. Wegener. 1995. Kayu: Kimia Ultrastruktur Reaksi-reaksi. Alih Bahasa: Hardjono Sastrohamidjojo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gaspersz, V. 1994. Metode Perancangan Percobaan. Armico. Bandung.
- Hasbullah. 2001. Arang Tempurung Kelapa. <http://www.risck.go.id>. [1 Mei 2007].
- Haygreen. J.G. dan J.L. Bowyer. 1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Alih Bahasa: Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- 
- Lasore, R.S. 2007. Kualitas Arang Kulit Biji Kepayang (*Panqium edule* Reinw) dengan Penggunaan Perekat Tapioka. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makassar (Tidak Dipublikasikan).
- Latifah, H. 1997. Pengaruh Jenis Kayu dan Perekat Terhadap Kualitas Briket Arang. Skripsi Studi Teknologi Hasil Hutan. Jurusan Kehutanan. Fakultas Pertanian dan Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makassar (Tidak Dipublikasikan).
- Luther, M. 1997. Studi Sifat Mekanika Kayu Kepayang (*Panqium edule* Reinw) serta Variasinya pada Berbagai Posisi Ketinggian dalam Batang. Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Hutan. Jurusan Kehutanan. Fakultas Pertanian dan Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makassar (Tidak Dipublikasikan).
- Margono, T., D. Suryati, dan S. Hartinah, 2000. Buku Panduan Teknologi Pangan. Pusat Informasi Wanita dalam Pembangunan PDII-LIPI bekerjasama dengan Swiss Development Cooperation. [Http://www.warintek.ristek.go.id](http://www.warintek.ristek.go.id). [06 Mei 2008].
- Masturin, A. 2002. Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Campuran Arang Limbah Gergajian Kayu. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor (Tidak Dipublikasikan).
- Rustini. 2004. Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu Pinus (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vr.) dengan Penambahan Tempurung Kelapa. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor (Tidak Dipublikasikan).
- Setyawan, I. 2006. Briket Arang dari Limbah Organik Perkotaan. Skripsi Departemen Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor (Tidak Dipublikasikan).
- Sulistyanto, A., 2006. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa. *Media Mesin*, 7(2):77-84.
- Sunanto, H. 1992. Budi Daya Pucung: Usaha Produksi Kluwak dan Minyak Kepayang. Kanisius. Yogyakarta.

Triono, A. 2006. Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopsis eminii* Engl) dan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L). Skripsi Departemen Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor (Tidak Dipublikasikan).

Lampiran 1. Data Pengukuran Kadar Air Briket Arang Kulit Biji Kepayang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Perlakuan	Berat Cawan (g)	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Kadar Air (%)
A1	28,7511	29,7511	29,7044	4,89
A2	26,9051	27,9055	27,8530	5,92
A3	27,9141	28,9149	28,8627	5,50
<b>Total</b>	<b>83,5703</b>	<b>86,5715</b>	<b>86,4201</b>	<b>16,31</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>27,8568</b>	<b>28,8572</b>	<b>28,8067</b>	<b>5,44</b>
B1	27,3105	28,3106	28,2587	5,47
B2	27,6350	28,6383	28,5832	5,81
B3	32,2682	32,2660	33,2098	5,97
<b>Total</b>	<b>87,2137</b>	<b>89,2149</b>	<b>90,0517</b>	<b>17,25</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>29,0712</b>	<b>29,7383</b>	<b>30,0172</b>	<b>5,75</b>
C1	25,7070	26,7089	26,6471	6,57
C2	26,6080	27,6077	27,5461	6,57
C3	27,3160	28,3167	28,2561	6,45
<b>Total</b>	<b>79,6310</b>	<b>82,6333</b>	<b>82,449.</b>	<b>19,59</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>26,5437</b>	<b>27,5444</b>	<b>27,4831</b>	<b>6,53</b>

Lampiran 2. Analisis Ragam Nilai Kadar Air Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	1,8988	0,9494	8,46*	5,14	10,92
Galat	6	0,6734	0,1122			
Total	8	2,5722				

Keterangan: \* = berpengaruh nyata



Lampiran 3. Data Pengukuran Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang Kulit Biji Kepyayang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Perlakuan	Berat Cawan (g)	Penutup	B.Cawan + Penutup	B.Awal (g)	B.Awal (g) - B.Cawan	Berat Akhir (g)	B.Akhir (g) - (B.Cawan + Penutup)	Kadar Zat Mudah Menguap (%)
A1	18,6807	10,9804	29,6611	20,6816	2,0009	31,0191	1,3580	32,13
A2	21,0954	9,8754	30,9708	23,0954	2,0000	32,3326	1,3618	31,91
A3	21,0835	10,0023	31,0858	23,0835	2,0000	32,4414	1,3556	32,22
<b>Total</b>	<b>60,8596</b>	<b>30,8581</b>	<b>91,7177</b>	<b>66,8605</b>	<b>6,0009</b>	<b>95,7931</b>	<b>4,0754</b>	<b>96,26</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>20,2865</b>	<b>10,2860</b>	<b>30,5726</b>	<b>22,2868</b>	<b>2,0003</b>	<b>31,9310</b>	<b>1,3585</b>	<b>32,09</b>
B1	19,7988	8,9743	28,7731	21,7988	2,0000	30,1100	1,3369	32,16
B2	17,8236	10,6597	28,4833	19,8236	2,0000	29,8028	1,3195	34,03
B3	18,0486	10,2236	28,2722	20,0487	2,0001	29,5898	1,3176	34,12
<b>Total</b>	<b>55,6710</b>	<b>29,8576</b>	<b>85,5286</b>	<b>61,6711</b>	<b>6,0001</b>	<b>89,5026</b>	<b>3,9740</b>	<b>100,30</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>18,5570</b>	<b>9,9525</b>	<b>28,5095</b>	<b>20,5570</b>	<b>2,0000</b>	<b>29,8342</b>	<b>1,3247</b>	<b>33,43</b>
C1	19,6482	11,8790	31,5272	21,6482	2,0000	32,8145	1,2873	35,64
C2	18,6784	10,4131	29,0915	20,6784	2,0000	30,3846	1,2931	35,35
C3	18,6272	10,0202	28,6474	20,6272	2,0000	29,9490	1,3016	34,92
<b>Total</b>	<b>56,9538</b>	<b>32,3123</b>	<b>89,2661</b>	<b>62,9538</b>	<b>6,0000</b>	<b>93,1481</b>	<b>3,8820</b>	<b>105,90</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>18,9846</b>	<b>10,7708</b>	<b>29,7554</b>	<b>20,9846</b>	<b>2,0000</b>	<b>31,0494</b>	<b>1,2940</b>	<b>35,30</b>

Lampiran 4. Analisis Ragam Nilai Kadar Zat Mudah Menguap Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	15,8762	7,9381	17,20**	5,14	10,92
Galat	6	2,7698	0,4616			
Total	8	18,6460				

Keterangan: \*\* = berpengaruh sangat nyata

Lampiran 5. Data Pengukuran Kadar Abu Briket Arang Kulit Biji Kepayang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Perlakuan	Berat Cawan (g)	Berat Awal (g)	B.Cawan - Berat Awal (g)	Berat Akhir	B.Cawan - Berat Akhir (g)	Kadar Abu (%)
A1	18,6896	20,6880	1,9968	18,7220	0,0324	1,62
A2	19,5970	21,5975	2,0010	19,6608	0,0638	3,19
A3	13,2698	15,2677	1,9979	13,3082	0,0384	1,92
<b>Total</b>	<b>51,5564</b>	<b>57,5532</b>	<b>5,9957</b>	<b>51,6910</b>	<b>0,1346</b>	<b>6,73</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>17,1855</b>	<b>19,1844</b>	<b>1,9986</b>	<b>17,2303</b>	<b>0,0449</b>	<b>2,24</b>
B1	24,6849	26,6832	1,9966	24,7197	0,0348	1,74
B2	17,8351	19,8356	2,0010	17,8745	0,0394	1,97
B3	18,0342	20,0348	2,0012	18,0770	0,0428	2,14
<b>Total</b>	<b>60,5542</b>	<b>66,5536</b>	<b>5,9988</b>	<b>60,6712</b>	<b>0,1170</b>	<b>5,85</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>20,1847</b>	<b>22,1845</b>	<b>1,9996</b>	<b>20,2237</b>	<b>0,0390</b>	<b>1,95</b>
C1	19,8123	21,8123	2,0000	19,8471	0,0348	1,74
C2	19,9999	21,9999	2,0000	20,0329	0,0330	1,65
C3	24,1223	26,1225	2,0004	24,1575	0,352	1,76
<b>Total</b>	<b>63,9345</b>	<b>69,9347</b>	<b>6,0004</b>	<b>64,0375</b>	<b>0,1030</b>	<b>5,15</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>21,3115</b>	<b>23,3116</b>	<b>2,0001</b>	<b>21,3458</b>	<b>0,0343</b>	<b>1,72</b>

Lampiran 6. Analisis Ragam Nilai Kadar Abu Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	0,4323	0,2161	0,88 <sup>ns</sup>	5,14	10,92
Galat	6	1,4674	0,2446			
Total	8	1,8997				

Keterangan: <sup>ns</sup> = tidak berpengaruh

Lampiran 7. Data Pengukuran Kadar Karbon Terikat Briket Arang Kulit Biji Keping pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Perlakuan	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Mudah Menguap (%)	Kadar Karbon Terikat (%)
A1	1,62	32,13	66,25
A2	3,19	31,91	64,90
A3	1,92	32,22	65,86
<b>Total</b>	<b>6,73</b>	<b>96,26</b>	<b>197,01</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>2,24</b>	<b>32,09</b>	<b>65,67</b>
B1	1,74	32,16	66,10
B2	1,97	34,03	64,01
B3	2,14	34,12	63,74
<b>Total</b>	<b>5,85</b>	<b>100,30</b>	<b>193,85</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>1,95</b>	<b>33,43</b>	<b>64,62</b>
C1	1,74	35,64	62,92
C2	1,65	35,35	63,01
C3	1,76	34,92	63,32
<b>Total</b>	<b>5,15</b>	<b>105,90</b>	<b>189,24</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>1,72</b>	<b>35,30</b>	<b>63,08</b>

Lampiran 8. Analisis Ragam Nilai Kadar Karbon Terikat Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	10,5548	5,2774	7,20*	5,14	10,92
Galat	6	4,4007	0,7335			
Total	8	14,9555				

Keterangan: \* = Berpengaruh nyata

Lampiran 9. Data Pengukuran Kerapatan Briket Arang Kulit Biji Kepayang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Perlakuan	Bobot Briket	Volume (cm <sup>3</sup> )	Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )
A1	26,91	56,19	0,48
A2	29,13	56,19	0,52
A3	28,05	56,19	0,50
<b>Total</b>	<b>84,09</b>	<b>168,57</b>	<b>1,50</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>28,03</b>	<b>56,19</b>	<b>0,50</b>
B1	25,39	56,19	0,45
B2	30,75	56,19	0,55
B3	31,51	56,19	0,56
<b>Total</b>	<b>87,65</b>	<b>168,57</b>	<b>1,56</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>29,22</b>	<b>56,19</b>	<b>0,52</b>
C1	35,21	56,19	0,63
C2	33,48	56,19	0,60
C3	35,45	56,19	0,63
<b>Total</b>	<b>104,14</b>	<b>168,57</b>	<b>1,85</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>34,71</b>	<b>56,19</b>	<b>0,62</b>

Lampiran 10. Analisis Ragam Nilai Kerapatan Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	0,0248	0,0124	8,27*	5,14	10,92
Galat	6	0,0088	0,0015			
Total	8	0,0336				

Keterangan: \* = berpengaruh nyata





Lampiran 11. Data Pengukuran Keteguhan tekan Briket Arang Kulit Biji Kepayang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Perlakuan	Beban Penekanan (kg)	Luas Permukaan Briket (cm <sup>2</sup> )	Beban (kg)	Keteguhan Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	30	5,93	100	5,06
A2	55	5,93	100	9,27
A3	20	5,93	100	3,37
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>17,79</b>	<b>300</b>	<b>17,71</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>35</b>	<b>5,93</b>	<b>100</b>	<b>5,90</b>
B1	82	5,93	250	13,83
B2	77	5,93	250	12,98
B3	57	5,93	250	9,61
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>17,79</b>	<b>750</b>	<b>36,42</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>72</b>	<b>5,93</b>	<b>250</b>	<b>12,14</b>
C1	143	5,93	250	24,11
C2	113	5,93	250	19,06
C3	100	5,93	250	16,03
<b>Total</b>	<b>356</b>	<b>17,79</b>	<b>750</b>	<b>59,20</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>119</b>	<b>5,93</b>	<b>250</b>	<b>19,73</b>

Lampiran 12. Analisis Ragam Nilai Keteguhan Tekan Briket Arang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	287,8061	143,9030	13,98**	5,14	10,92
Galat	6	61,7804	10,2967			
Total	8	349,5865				

Keterangan: \*\* = berpengaruh sangat nyata

Lampiran 13. Data Pengukuran Nilai Kalor Briket Arang Kulit Biji Kepayang pada Komposisi Perekat yang Berbeda

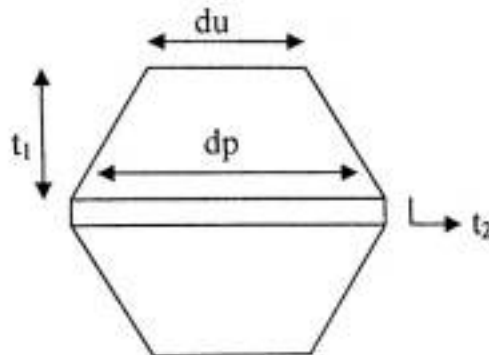
Ulangan	Komposisi			Total
	A	B	C	
1	6635,16	6620,41	6173,59	19429,16
2	6421,48	6421,33	6319,47	19162,28
3	6544,60	6354,23	6333,06	19231,89
<b>Jumlah</b>	<b>19601,24</b>	<b>19395,97</b>	<b>18826,12</b>	<b>57823,33</b>
<b>Rerata</b>	<b>6533,75</b>	<b>6465,32</b>	<b>6275,37</b>	

Lampiran 14. Analisis Ragam Nilai Kalor Briket Arang pada Komposisi yang Berbeda

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	107519,53	53759,77	4,19*	5,14	10,92
Galat	6	76967,39	12827,90			
Total	8	184486,93				

Keterangan: \* = berpengaruh nyata

Lampiran 15. Perhitungan Volume Briket Arang Kulit Biji Kepayang



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

$$\begin{aligned}
 V_{\text{kerucut}} &= \left[ \frac{t_1}{3} L_p + \sqrt{L_p \cdot L_u} + L_u \right] \\
 &= \frac{t_1}{3} \left[ \frac{\pi \cdot dp^2}{4} + \sqrt{\frac{\pi \cdot dp^2}{4} \cdot \frac{\pi \cdot du^2}{4}} + \frac{\pi \cdot du^2}{4} \right] \\
 &= \frac{1,6}{3} \left[ \frac{3,14 \cdot 5,5^2}{4} + \sqrt{\frac{3,14 \cdot 5,5^2}{4} \cdot \frac{3,14 \cdot 2,75^2}{4}} + \frac{3,14 \cdot 2,75^2}{4} \right] \\
 &= \frac{1,6}{3} (0,785 \cdot 30,25 + \sqrt{23,74625 \cdot 5,9365625} + 5,9365625) \\
 &= 0,5333 (23,74625 + 11,873125 + 5,9365625) \\
 &= 0,5333 (41,5559375)
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 V_1 &= 22,16178 \text{ cm}^3 \cdot 2 \\
 &= 44,3236 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot t_2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 5,5^2 \cdot 0,5 \\
 &= 11,8731
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tot}} &= V_1 + V_2 \\
 &= 56,19 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$