

KUALITAS ARANG KULIT KAYU CEMARA GUNUNG
(Casuarina junghuhniana Mig) DENGAN METODE
TUNGKU DRUM

RISAL LIKU TANDIALLO
M 121 02 035



Tgl. Tesis	6-12-07
Asal	Fak. Kehutanan
Parti	I elis.
Parti	H
Parti	51
No. Tesis	SKR-KH07

TAN
k.

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : **Kualitas Arang Kulit Kayu Cemara Gunung
(*Casuarina junghuhniana* Mig) dengan Metode
Tungku Drum**

Nama : **Risal Liku Tandiallo**

Stambuk : **M 121 02 035**

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. Baharuddin
Tanggal : 6/12/2007

Pembimbing II


Astuti Arif, S. Hut, M. Si
Tanggal : 6/12/2007

Mengetahui,

**Ketua Program Studi
Teknologi Hasil Hutan**


Ir. Beta Patranto, M. Sc
Tanggal : 11/12/2007

ABSTRAK

Risal Liku Tandiallo (M 121 02 035). Kualitas Arang Kulit Kayu Cemara Gunung (*Casuarina junghuhniana* Mig) dengan Metode Tungku Drum di bawah Bimbingan Baharuddin dan Astuti Arif.

Bahan baku arang tidak hanya dapat diperoleh dari kayu utuh tetapi dapat juga diperoleh dari limbah kayu seperti: serasah, ranting, dahan, serbuk gergaji maupun kulit kayu. Pemanfaatan limbah kayu sebagai bahan baku arang dimaksudkan untuk memaksimalkan penggunaan kayu dan meminimalisasikan limbah kayu mengingat volume limbah pengolahan kayu yang cukup besar. Kulit kayu cemara gunung memiliki kulit yang keras dan tebal sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan arang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas arang kulit kayu cemara gunung dengan metode tungku drum. Penelitian ini berlangsung dari bulan Juni sampai dengan bulan Agustus 2007. Pengambilan sampel di Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan. Pembuatan arang di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin dan Pengukuran nilai kalor dilakukan di PT. Sucofindo (Superintending Company of Indonesia), Makassar.

Pengujian kualitas arang berdasarkan SNI 01-1683-1989 dan SII-2041-87 dengan variabel yang diamati yaitu kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, karbon terikat, nilai kalor dan rendemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang kulit kayu cemara gunung memiliki rata-rata kadar air 4,47 %, rata-rata kadar zat mudah menguap 29,06 %, rata-rata kadar abu 9,7 %, rata-rata karbon terikat 60,92%, rata-rata nilai kalor 5.771,94 kal/g dan rata-rata rendemen 37,45%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Kualitas Arang Kulit Kayu Cemara Gunung (*Casuarina junghuhniana* Mig) dengan Metode Tungku Drum”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Teknologi Hasil Hutan Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

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

Dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung yang telah memberikan bantuan sangat berarti bagi penulis. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- 1). Ir. Baharuddin selaku pembimbing pertama dan Astuti Arif, S. Hut., M. Si selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk dalam pelaksanaan penelitian sampai penyusunan skripsi ini.
- 2). Astuti Arif, S. Hut., M. Si selaku Dosen dan Penasehat Akademik.

- 3). Prof. Dr. Ir. Djamal Sanusi, Dr. Ir. Musrizal Muin, M. Sc, Ir. Bakri, M. Sc
Ir. Beta Putranto, M. Sc, A. Detti Yuniarti, S. Hut., M. P, Ir. Bakri, M. Sc,
Suhasman, S. Hut., M. Si selaku Dosen Teknologi Hasil Hutan.
- 4). Dr. Ir. Muh. Restu, M.P selaku Dekan Fakultas Kehutanan Fakultas
Universitas Hasanuddin.
- 5). Seluruh Dosen Pengajar dan Staf Pegawai administrasi Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin.
- 6). K' Heru sebagai Laboran Laboratorium Teknologi Kimia Hasil Hutan yang
banyak membantu dan menuntun dalam melaksanakan penelitian.
- 7). Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Kehutanan, khususnya angkatan 2002 yang
telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
- 8). Rekan-rekan se-Team KKN: Afif, Daud, Bandaso, FiFi "n" Dewi serta
teman-teman PU GanK 12 yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
- 9). Rekan-rekan se-Team Arang: Apif, Wawi3q, Ce Romlah "n" Ammath.
Anak-anak Arc Map: Yusfian Lomo, S. Hut, Tamin-tZe, Bolu, Marni.
Thanks atas semuanya.
- 10) Teman-teman Briket, Rotan, Atsiri, Lamina, Papan Komposit, Gula Cayoo
maju terus. Anak-anak PDR-SS n PMKO Thanks atas doanya.
- 11) Teman-teman pondok kenangan: Selin, Sarce, Edo, Tian, Dedy, Wira, Nella,
Elis, Piter, Kalobe.
- 12) Untuk adek tersayang "Ithaa" thanks atas doa dan dorongannya selama
kuliah.

13). Buat kedua orang tuaku ayahanda Markus Dualolo dan ibunda Martha Liku serta saudara-saudaraku; Kriswan, Natalius, Titik, Zakaria dan Novi yang telah banyak memberikan doa restu, kasih sayang, bimbingan, motivasi yang sangat berharga dan berguna bagi penulis, gelar ini kupersembahkan untuk kalian.

Akhirnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis yang tidak sempat saya sebutkan satu persatu. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya atas segala kebaikan dan jasa-jasa yang telah penulis terima. Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan kita semua. Amin

Makassar, November 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Kayu Cemara Gunung	4
B. Kulit Kayu	5
C. Karbonisasi	6
D. Arang	8
E. Manfaat Arang	9
F. Kualitas Arang	10
G. Nilai Kalor, Kadar Abu dan Kadar Zat Mudah Menguap	12
H. Metode Pembuatan Arang	
1. Metode Konvensional	13
2. Metode Drum	14
3. Metode Tungku Bata	15

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat	16
B. Alat dan Bahan	16
C. Prosedur Penelitian	
1. Persiapan Bahan Baku	16
2. Modifikasi Alat	17
3. Cara Pengarangan	18
D. Variabel yang diamati	
1. Kadar Air (<i>Moisture Content</i>)	20
2. Kadar Zat Mudah Menguap (<i>Volatile Matter</i>)	20
3. Kadar Abu (<i>Ash Content</i>)	21
4. Kadar Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>)	21
5. Benda Asing	21
6. Nilai Kalor (<i>Calor Value</i>)	22
7. Rendemen (<i>Yield</i>)	22
E. Analisis Data	23

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil	
1. Kadar Air	24
2. Kadar Zat Mudah Menguap	24
3. Kadar Abu	25
4. Kadar Karbon Terikat	26
5. Nilai Kalor	26
6. Rendemen	27
B. Pembahasan	
1. Kadar Air	28
2. Kadar Zat Mudah Menguap	28
3. Kadar Abu	29
4. Kadar Karbon Terikat	29
5. Nilai Kalor	30
6. Rendemen	31

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	32
B. Saran	32

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Hal.
1.	Syarat Mutu Arang Kayu Menurut SII-2041-87	11
2.	Syarat Mutu Arang Kayu Menurut SNI 01-1683-1989	12

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Hal.
1.	Bagan proses pembuatan arang	19
2.	Histogram kadar air arang kulit kayu cemara gunung	24
2.	Histogram kadar zat mudah menguap arang kulit kayu cemara gunung	25
3.	Histogram kadar abu arang arang kulit kayu cemara gunung	25
4.	Histogram karbon terikat arang kulit kayu cemara gunung	26
5.	Histogram nilai kalor arang kulit kayu cemara gunung	27
6.	Histogram rendemen arang kulit kayu cemara gunung	27

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Hal.
1.	Data Pengukuran Kadar Air Bahan Baku dan Kadar Air Arang	36
2.	Data Pengukuran Kadar Zat Mudah Menguap.....	37
3.	Data Pengukuran Kadar Abu	38
4.	Data Perhitungan Karbon Terikat.....	39
5.	Data Perhitungan Rendemen.....	40
6.	Lay Out	41

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Limbah pengolahan kayu dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan dapat dibedakan menjadi limbah kulit kayu, potongan kayu, serpihan dan serbuk hasil gergajian. Sebagai contoh penggunaan limbah kulit kayu adalah untuk bahan bakar, potongan kayu dan serpihan dapat dibuat menjadi arang, briket arang atau karbon aktif, dan serbuk hasil gergajian kayu dapat dimanfaatkan menjadi briket arang atau karbon aktif. Pada pengolahan kayu secara tradisional, limbah kayu yang diperoleh mencapai 25% dari volume bahan kayu. Jika dalam satu pabrik diolah sekitar 100 m^3 per hari, maka akan diperoleh limbah sekitar 25 m^3 (Amin, 2000). Hal ini berarti limbah yang dihasilkan cukup besar sehingga salah satu alternatif untuk meminimalisasikan limbah tersebut yaitu dengan mengkonversinya menjadi arang.

Arang kayu merupakan *residu* yang terjadi dari hasil penguraian atau pemecahan kayu karena panas yang sebagian besar komponen kimianya adalah karbon. Arang tidak hanya dapat dibuat dari kayu utuh tetapi dapat juga dibuat dari limbah kayu seperti: serasah, ranting, dahan, serbuk gergaji maupun kulit kayu. Umumnya masyarakat memanfaatkan kulit kayu sebagai bahan bakar untuk rumah tangga padahal dalam jumlah yang banyak bisa dijadikan arang baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor. Menurut Direktorat Jenderal Bina Produksi Kehutanan (2005), ekspor arang pada tahun 2004 sebanyak 367.087 kg dan tahun 2005 sebanyak 799.573 kg. Hal ini menandakan bahwa ekspor arang kayu mengalami peningkatan $\pm 117,8\%$. Arang yang memiliki kualitas baik dapat

diperoleh dari kayu yang memiliki kadar karbon tinggi dan kadar abu rendah serta memiliki berat jenis tinggi. Faktor lain yang mempengaruhi kualitas arang adalah proses pengarangannya. Pengarangan dapat dilakukan dengan cara tungku lubang tanah (*kiln earth pit*), tungku batu bata (*kiln flat*) dan tungku drum (*kiln drum*).

Teknologi pembuatan arang dengan tungku drum merupakan suatu metode pembuatan arang yang mudah dikontrol, praktis serta biaya pembuatannya lebih murah. Teknologi ini dapat diterapkan pada industri rumah tangga di pedesaan karena bahan konstruksi drum bekas mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah dan tidak memerlukan keahlian khusus dalam operasi pengolahannya. Selain itu, lokasi pembuatan arang dapat dengan mudah dipindahkan sesuai lokasi bahan baku yang tersedia. Adapun bahan baku yang digunakan diperoleh dari limbah eksploitasi berupa kulit kayu dengan maksud untuk memaksimalkan penggunaan dari pohon.

Dahulu kulit kayu dipandang sebagai masalah limbah yang mengganggu dan menyulitkan, tetapi sekarang kulit telah digunakan sebagai bahan bakar untuk industri. Kulit memiliki berat jenis dan nilai kalor yang lebih tinggi daripada kayu untuk beberapa spesies kayu. Volume kulit pada batang $\pm 10-20\%$. Namun di sisi lain, kulit mengandung kadar abu yang tinggi yang dapat berpengaruh pada produktivitas arang yang dihasilkan (Fengel dan Wegener, 1995). Cemara gunung merupakan satu jenis tumbuhan yang memiliki kulit yang keras dan tebal

sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan arang. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kualitas arang kulit kayu cemara gunung dengan metode tungku drum.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat dan kualitas arang yang dibuat dari limbah kayu berupa kulit kayu cemara gunung dengan metode pengarangan tungku drum. Kegunaan dari hasil penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tentang pemanfaatan limbah kayu berupa kulit kayu cemara gunung sebagai bahan baku arang serta dapat dijadikan acuan dalam penelitian lebih lanjut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Kayu Cemara Gunung

Menurut Tantra (1980), sistematika kayu cemara gunung adalah sebagai berikut:

- Divisio : Spermatophyta
- Sub divisio : Angiospermae
- Kelas : Dicotyledoneae
- Ordo : Verticillate
- Famili : Casuarinaceae
- Genus : Casuarina
- Spesies : *Casuarina junghuhniana* Mig

Cemara gunung berbentuk pohon berkayu dengan tinggi sampai 35 meter, tinggi bebas cabang sampai 20 meter, diameter 40 cm atau lebih. Bentuk batang lurus dan silindris, kadang-kadang berbanir pada umur 30 tahun ke atas. Kulit beralur kecil berwarna coklat kemerah-merahan (Heyne, 1987). Cemara gunung memiliki daun yang direduksi menjadi gigi yang sangat kecil. Daun pelindung memanjang berbentuk lanset yang lebarnya kurang lebih 1 cm. Daun pelindung dalam stadium bunga berbentuk buah segitiga terbalik. Bunga berumah satu atau dua tanpa perhiasan bunga dan berbiji satu (Van Steenis, 1981).

Kayu cemara gunung merupakan marga yang paling besar di Australia, Malaysia dan Indonesia. Jenis ini kurang lebih 40 spesies dan sebagian besar di antaranya terdapat di Jawa, Sumatra dan Sulawesi. Umumnya tumbuh baik pada ketinggian 400 - 1200 m di atas permukaan laut. Pohon ini tumbuh pada hutan

primer dan ada juga yang tumbuh pada hutan sekunder. Selain itu, tumbuhan ini tumbuh menyebar bersama-sama dengan jenis tanaman lainnya di hutan. Cemara gunung mempunyai ciri-ciri yaitu warna kayu terasnya bervariasi dari coklat muda atau berwarna daging sampai agak merah tua kecoklatan. Berat jenisnya antara 0,84 - 0,92 termasuk dalam kelas awet II - III dan kelas kuat I - II. Kayu cemara gunung pada umumnya sukar dikerjakan, mudah sobek dan mengkerut serta tidak tahan terhadap serangan rayap (Tantra, 1980).

B. Kulit Kayu

Kulit kayu terdiri atas dua bagian yaitu kulit luar yang mati dan kulit dalam yang bersifat hidup dan tipis. Kulit berfungsi sebagai pelindung bagian-bagian yang lebih dalam terhadap kemungkinan pengaruh dari luar yang bersifat merusak, misalnya iklim, serangan serangga, hama, kebakaran serta perusak-perusak kayu lainnya. Selain itu, kulit juga berfungsi sebagai jalan bahan makanan dari daun ke bagian-bagian tanaman serta mencegah kehilangan air atau penguapan yang berlebihan (Dumanauw, 2001).

Kulit dalam atau floem terdiri atas sel-sel pengangkut, sklerenkim dan parenkim mirip dengan xilem. Dalam floem pohon konifer unsur-unsur pengangkut adalah sel tapisan dan untuk pohon berdaun lebar dibentuk pembuluh tapisan. Sel-sel sklerenkim adalah serat kulit dan sel batu. Parenkim tersusun dalam untaian atau pita longitudinal, atau tersebar diantara sel-sel tapisan. Kulit luar atau ritidoma terdapat pada ujung floem yang paling jauh dimana terdapat suatu perubahan drastis dan permulaan jaringan baru (Fengel dan Wegener, 1995).

Menurut Haygreen dan Bowyer (1996), kandungan lignin kulit jauh lebih tinggi daripada kandungan lignin kayu dan kandungan polisakarida atau gulanya lebih rendah. Porsi selulosa kulit yang bebas ekstraktif hanya 20-35%, dibandingkan dengan 40-45% untuk kayu. Kulit kayu lunak mengandung ekstraktif 2-25% dan lignin 40-45% sedangkan kulit kayu keras mengandung ekstraktif 5-10% dan lignin 40-45%. Dari hasil penelitian Isma (2007), rata-rata kadar ekstraktif larut dalam air panas sebanyak 10,5% dan larut dalam alkohol benzena sebanyak 0,92%.

C. Karbonisasi

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 500⁰ 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 (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 - 300⁰ C disebut pirolisis primer, sedangkan pirolisis dimana arang mengalami perubahan lebih lanjut menjadi karbon monoksida, gas hidrogen dan gas-gas hidrokarbon disebut pirolisis sekunder (Hasbullah, 2001).

Menurut Syahrudin, dkk. (1987) dalam Ufi (2007), pada proses pengarangan dihindari terdapatnya oksigen, sehingga energi yang diberikan terhadap senyawa karbon tersebut berperan dalam memutuskan ikatan atom karbon dengan atom lainnya dalam struktur heksagonal. Terdapatnya oksigen dari luar merupakan suatu faktor yang mempengaruhi hasil arang yang diperoleh karena karbon yang terbentuk dengan adanya oksigen akan mengalami reaksi lanjutan yaitu oksidasi, sehingga hasil akhirnya berupa abu. Produk yang paling penting dalam proses karbonisasi adalah arang. Tahap-tahap karbonisasi secara singkat adalah sebagai berikut:

- a. Pada awal pemanasan, air dalam bahan baku dilepaskan bersamaan CO dan CO₂ dalam jumlah kecil.
- b. Pada suhu 200 - 400⁰C sebagian besar selulosa murni terurai secara intensif di samping pembentukan gas juga dijumpai sejumlah kecil senyawa karbon.

- c. Pada suhu 400 – 500⁰C lignin terurai dan dihasilkan lebih banyak ter sedangkan gas menurun dan meningkatkan suhu, maka gas CO₂ semakin berkurang sedangkan gas CO, CH₄ dan H₂ semakin meningkat.
- d. Pada suhu 500 – 700⁰C pembentukan ter dan gas hidrogen semakin bertambah dan karbon yang terbentuk telah mencapai 90%.
- e. Di atas suhu 700⁰C diperoleh gas yang dapat diembunkan terutama terdiri atas gas hidrogen.

D. Arang

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85 – 95 % karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Bahan baku arang dapat berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon seperti tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, kayu keras dan batubara (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Tipe arang ada dua yaitu batangan (*lump*) dan halus atau pecahan. Arang batangan digunakan untuk bahan baku memasak, keperluan metalurgi dan sebagai bahan baku untuk pembuatan zat kimia tertentu yang bahan baku utamanya dari jenis kayu daun lebar misalnya bakau (*Rhizophora sp.*), asam (*Tamarindus indica*) dan kesambi (*Schleichera oleosa*). Arang halus digunakan untuk pembuatan briket dan arang aktif yang bahan bakunya dari serbuk, kulit dan serpih kayu dari

sis penggergajian (Departemen Pertanian, 1976). Menurut Fengel dan Wegener (1995), kayu yang digunakan untuk pembakaran sering mengandung kulit yang cukup banyak. Nilai kalori dari kulit spesies pohon yang berbeda rata-rata sedikit lebih tinggi dari nilai kalor kayu.

Menurut Departemen Pertanian (1976), jenis arang ada dua yaitu briket arang dan arang aktif. Briket arang adalah arang yang mempunyai bentuk tertentu, kerapatannya tinggi yang diperoleh melalui cara pengempaan arang halus yang dicampur dengan bahan perekat misalnya pati, ter kayu, ter bitumen dan lain-lain. Untuk keperluan bahan bakar, briket arang mempunyai beberapa keuntungan yaitu tidak mengambil tempat, bersih, mudah diangkut dan praktis. Briket arang mempunyai karakteristik sebagai berikut: kadar air 6%, kadar abu 3 - 6%, zat mudah menguap 15 - 30%, karbon terikat 60 - 80% dan nilai kalor 6.000 - 7.000 kalori/gram. Arang aktif adalah arang yang mempunyai daya serap tinggi terhadap cairan atau gas. Bahan digunakan dalam dalam industri makanan, minuman, obat-obatan dan lain-lain. Ada dua tipe arang aktif yaitu serbuk dan butiran.

E. Manfaat Arang

Menurut Hartoyo dan Rosliandi (1990), arang dapat dikelompokkan berdasarkan kegunaannya sebagai berikut:

- a. Keperluan rumah tangga dan keperluan khusus seperti tungku pembakaran, pengeringan daging, ikan, tembakau, peleburan timah dan timbal, pengecoran logam, dapur dalam kereta api, galangan kapal dan budidaya jeruk.

- b. Keperluan metalurgi seperti industri aluminium, plat baja, pengepakan, kobalt, tembaga, nikel, besi kasar, serbuk besi baja, molibdenium, campuran logam khusus, cetakan pengecoran, pertambangan.
- c. Industri kimia seperti karbon aktif, karbon monoksida, elektroda gelas, campuran resin, obat-obatan, karet, serbuk hitam, karbon bisulfida, katalisator, pupuk, perekat magnesium plastik, KCN, grafit, galvanisasi, bahan penyadap dalam silinder gelas.

Menurut Departemen Pertanian (1976), dalam bidang industri arang digunakan untuk pembuatan macam-macam bahan, antara lain:

- a. Besi, silikon, arang aktif, serbuk hitam, CS_2 (bahan arang hitam)
- b. CS_2 , Na_2S dan $NaCN$ (bahan arang putih)
- c. Briket arang, arang aktif (bahan arang halus/pecahan).

Selama ini penggunaan arang hanya dikenal sebagai sumber energi (bahan bakar), baik itu arang batu bara maupun arang kayu. Padahal arang dapat digunakan sebagai campuran pada pembuatan kompos agar kompos yang dihasilkan mempunyai kualitas yang lebih baik dan proses pengomposan menjadi lebih cepat. Selain itu, arang dapat diaplikasikan pada tanah sebagai pembangun kesuburan tanah, terutama pada tanah yang miskin hara (Komarayati, dkk., 2004).

F. Kualitas Arang

Menurut Departemen Pertanian (1976), penilaian kualitas arang kayu dilakukan berdasarkan ukuran (batangan, halus atau pecahan), sifat fisik (warna, bunyi, nyala, kekerasan, kerapuhan, nilai kalor, berat jenis), analisis arang (kadar air, abu, karbon sisa dan zat mudah menguap) serta suhu maksimum pengarangan

dan kemurnian arang. Syarat kualitas arang sebagai bahan bakar mempunyai karbon sisa antara 55 - 70 %, untuk metalurgi mempunyai karbon sisa minimum 70%, abu lebih kecil dari 4%, zat mudah menguap maksimum 10% dan nilai kalor minimum 7.000 kalori/gram, untuk arang aktif mempunyai karbon sisa 70 - 80%, zat mudah menguap 15 - 20% dan kadar abu 1 - 2%.

Menurut Departemen Perindustrian (1983), mutu arang yang baik mempunyai sifat-sifat fisik, antara lain: warna hitam nyala kebiru-biruan, mengkilap pada pecahannya, tidak mengotori tangan, tidak terlalu cepat terbakar, terbakar tanpa berasap dan dapat menyala terus tanpa dikipas. Di samping sifat-sifat fisik, mutu arang juga ditentukan oleh kadar air, kadar abu, zat mudah menguap dan nilai kalor. Batasan-batasan mutu bakar arang kayu dapat dikategorikan bermutu baik apabila zat mudah menguap <24%, karbon yang terikat >70% dan nilai kalor >7.000 kalori/gram.

Secara khusus standar penilaian kualitas arang pada beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Arang Kayu menurut SII-2041-87

Negara	Ka (%)	Kadar Abu (%)	Zat Mudah Menguap (%)	Karbon Terikat (%)	Nilai kalor (Kalori/gram)
Amerika	6	3	10 - 30	60 - 80	-
Eropa	6	3	20 - 30	60 - 70	-
Jepang	6 - 10	3	5 - 10	70 - 85	-
Inggris	-	1 - 3	12 - 15	± 80	-
Malaysia	-	4	10	70	7 000

Sumber: Departemen Perindustrian, 1983



Syarat mutu arang kayu menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu Arang Kayu menurut SNI 01-1683-1989

No	Karakteristik	Syarat
1.	Kadar air	Maksimum 6%
2.	Kadar zat menguap	Maksimum 30%
3.	Kadar abu	Maksimum 4%
4.	Benda asing	Maksimum 1
5.	Tertahan ayakan berlobang 6,35 cm ²	Minimum 90%
6.	Lolos ayakan berlobang 3,18 cm ²	Maksimum 2%

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (BSN), 1989

Menurut Djatmiko, dkk. (1985) dalam Said (1997), persyaratan kualitas arang kayu berbeda menurut kegunaannya. Kayu untuk produksi arang memerlukan persyaratan kualitas tertentu dan jenisnya dapat diperoleh dalam jumlah besar pada areal tertentu. Pada umumnya kayu yang digunakan untuk pembuatan arang mempunyai berat jenis 0,6 - 0,7, kadar air 30 - 40% dan diameter log 10 - 20 cm. Faktor yang mempengaruhi kualitas arang kayu antara lain jenis kayu, cara dan proses pengolahan. Penetapan kualitas arang umumnya dilakukan terhadap komposisi kimia dan sifat fisik. Menurut Departemen Pertanian (1976) bahwa persyaratan teknis kayu untuk penggunaan arang yaitu mempunyai berat jenis tinggi.

G. Nilai Kalor, Kadar Abu dan Kadar Zat Mudah Menguap

Nilai kalor adalah jumlah satuan panas yang dihasilkan per satuan berat dari proses pembakaran cukup oksigen dari suatu bahan yang mudah terbakar. Sebagai satuan dasar dari panas adalah joule dan nilai kalor yang dinyatakan dalam satuan *British Thermal Unit* (BTU) atau kalori. Pengamatan nilai kalor dari suatu bahan bakar dilakukan pada kondisi tetap dalam suatu kalorimeter yang

dilengkapi dengan pengatur tekanan. Pada kondisi ini kayu akan terbakar dengan cepat dan dalam jumlah yang tinggi menjadikan kayu berguna sebagai bahan bakar (Nurhayati, 1983). Menurut Panshin dan de Zeeuw (1980), nilai kalor kayu terutama ditentukan oleh kerapatan kayu dan air. Nilai bahan bakar kayu juga dipengaruhi oleh kadar lignin dan sejumlah ekstraktif seperti resin dan tanin. Nilai panas pembakaran ini memiliki sedikit hubungan terhadap jenis kayu dan hanya bervariasi sekitar 5 – 8 % dari nilai maksimum. Panas yang dihasilkan dengan membakar kayu yang mengandung sejumlah air lebih rendah dari nilai di atas, karena sebagian panas yang dipakai untuk membakar kayu tersebut digunakan untuk mengeluarkan air dalam bentuk uap.

Abu merupakan komponen anorganik yang tertinggal setelah bahan dipanaskan pada suhu 500 - 600°C dan terdiri atas kalium, natrium, magnesium, kalsium dan komponen lain dalam jumlah kecil (Joslyn, 1970 *dalam* Sudrajat, dkk., 2005). Zat mudah menguap adalah komponen yang menguap pada saat pemanasan di atas 900°C. Penetapan nilai kadar zat mudah menguap bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi tetapi menguap pada suhu 900°C (Sudrajat, dkk., 2005).

H. Metode Pembuatan Arang

1. Metode Konvensional

Menurut Iskandar dan Santosa (2005), pada pembuatan arang dengan menggunakan metode lubang tanah (konvensional), yang perlu diperhatikan adalah pemilihan lokasi pembuatan lubang tungku. Usahakan lokasi pembuatan lubang terletak relatif terlindung dari pengaruh hujan dan agak landai. Hal ini

untuk memudahkan di dalam kegiatan pembuatan arang. Beberapa kelebihan pembuatan arang dengan menggunakan tungku lubang tanah, di samping volume kayu yang biasa dimuat, ukuran bahan baku dari limbah yang digunakan biasa relatif lebih besar, dibandingkan dengan menggunakan tungku drum. Ukuran standar yang digunakan untuk lubang tungku adalah 2 m x 1 m dengan kedalaman 50-60 cm. Namun demikian, ketentuan ukuran ini tidak terlalu baku dan dapat dimodifikasi sesuai dengan kondisi yang dijumpai di lapangan. Tetapi perubahan tersebut akan berpengaruh terhadap lama waktu pembakaran, jumlah lubang udara, serta jumlah cerobong asap yang harus dibuat.

2. Metode Drum

Teknologi pembuatan arang dengan tungku 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 mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah. Selain itu, konstruksi tungku dan pengolahannya mudah dilakukan oleh siapa saja yang berminat dan tidak memerlukan pendidikan khusus (Hudaya dan Hartoyo, 1990). Menurut Departemen Pertanian (1976), pembuatan arang dengan cara drum umumnya digunakan untuk tujuan komersil. Pada metode drum, proses karbonisasi dapat diamati dan diawasi melalui pengatur udara masuk. Cara drum ini sesuai untuk dikembangkan bagi penduduk yang berada di sekitar hutan guna mengurangi limbah tebang dari areal hutan produksi. *Kiln* ini terbuat dari besi yang terdiri atas dua buah silinder dipasang secara bersambung. Cara kerjanya adalah panas

berasal dari panas bahan baku itu sendiri yang dibantu oleh udara dari luar yang diatur menurut kapasitas *kiln* tersebut. *Portabel kiln* memerlukan waktu pengarangan ± 4 hari untuk kapasitas 9 m³ dan 10 m³ dengan hasil arang lebih 1.800 kg.

3. Metode Tungku Bata

Tungku 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 tungku dapat dibuat dalam ukuran besar dan permanen sehingga bahan baku dapat masuk lebih banyak. Selain itu, proses pengarangan lebih sempurna dan terkontrol sehingga waktu proses lebih cepat serta menghasilkan arang dalam jumlah lebih banyak, seragam dan kualitas yang lebih baik. Tungku bata berkapasitas masukan 5,5 m³ kayu dapat menghasilkan arang dengan rendemen sekitar 30%. Tungku terdiri atas ruang pembakaran, pintu pemasukan kayu, lubang pembakaran, lubang udara, lubang penguapan dan cerobong asap. Badan dan atap tungku 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 tungku adalah 2,5 hari (55 jam) atau seluruhnya memerlukan siklus waktu 6 - 7 hari (Sudrajat dan Saleh, 1994).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2007 dengan pengambilan sampel di Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan. Penelitian ini terdiri atas 2 tahap, yaitu: pengarangan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin dan pengujian kualitas arang di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin dan PT. Sucofindo.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum, tungku pembakaran, desikator, timbangan dengan ketelitian 0,01 g, cawan porselin, oven, furnace, ayakan ukuran 100 dan 325 mesh, botol timbang, *stopwatch* dan *perioxide bomb calorimeter*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit kayu cemara gunung, kayu kering dan limbah gergajian sebagai umpan bakar, korek api, tanah dan kain basah.

C. Prosedur Penelitian

1. **Persiapan Bahan Baku**

- a. Contoh uji yang akan dibuat arang berupa kulit kayu cemara gunung dengan tebal 0,5 - 0,8 cm sebanyak 87 kg
- b. Kulit diperoleh dari hasil tebangan kayu berdiameter rata-rata 20 cm di lokasi penebangan

- c. Contoh uji yang akan diarangkan dibersihkan dari kotoran dan dikeringudarkan di dalam ruangan, kemudian ditimbang sampai beratnya konstan, setelah itu dipotong-potong sepanjang 10 - 20 cm dan siap untuk diarangkan

2. Modifikasi Alat

Bahan tungku yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum yang mempunyai volume $\pm 103.325 \text{ cm}^3$ dengan diameter 45 cm dan tingginya 65 cm.

Tungku ini terdiri atas 2 bagian, yaitu:

1. Drum

Drum dimodifikasi dan terdiri atas empat bagian sebagai berikut:

- a. Badan drum yang dibuka salah satu ujungnya
- b. Tutup drum atas

Tutup drum atas dilubangi pada bagian tengah dengan diameter 10 cm dan dihubungkan dengan cerobong asap.

- c. Cerobong asap dan penutupnya

Cerobong asap dibuat dari seng atau bahan metal lainnya dengan diameter 10 cm dan tinggi 30 cm.

- d. Lubang udara pada badan dan alas drum

Lubang udara pada badan drum berjumlah 12 dan terdiri atas 3 baris yang masing-masing baris terdiri atas 4 buah lubang dan jarak antar baris 20 cm. Setiap baris lubang disusun melingkar dengan jarak yang sama. Sedangkan lubang udara alas drum berjumlah 35 di mana 13 lubang pada pusat drum dan 22 lubang melingkari alas. Lubang udara ini berdiameter 13 mm.

2. Tungku pembakaran setinggi \pm 10 - 15 cm dari bata pada bagian bawah drum

3. Cara Pengarangan

Proses pengarangan dengan tungku drum dilaksanakan dengan prosedur Iskandar dan Santosa (2005), dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Sebelum contoh uji dimasukkan ke dalam drum, sebatang bambu yang berdiameter 10 cm dan panjang 1 m ditempatkan tegak lurus pada tengah atau pusat drum kemudian mengisi drum dengan contoh sampai penuh
- b. Mencabut batang bambu pelan-pelan agar membentuk lubang pada pusat drum tersebut
- c. Mula-mula umpan bakar dinyalakan pada tungku pembakaran, kemudian nyala api merembet ke dalam drum melalui lubang udara maka bahan baku yang terdapat dalam drum akan terbakar sempurna
- d. Jika pembakaran telah berlangsung dan diperkirakan apinya tidak akan mati maka drum ditutup dan selanjutnya dipasang cerobong asap untuk lebih mengarahkan asap hasil pembakaran yang keluar setelah pembakaran bahan baku berjalan
- e. Selanjutnya dilakukan pengaturan lubang udara berdasarkan pengamatan terbakarnya contoh terlihat dari lubang udara pada drum
- f. Apabila pada lubang terdekat dengan lubang pembakaran terlihat kayunya sudah terbakar maka lubang udara tersebut ditutup dengan tanah liat, demikian selanjutnya sampai pada lubang terakhir
- g. 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 berlangsung selama 2 - 3 jam.

- h. Untuk memulai proses pendinginan, di bagian atas penutup drum diberi tanah serta cerobong asap ditutup dengan kain basah sehingga tidak ada udara yang masuk ataupun keluar. Proses pendinginan berlangsung selama 2 - 3 jam.
- i. Setelah dingin tutup drum dibuka kemudian hasil arang dipisahkan dari abu dan arang mentahnya.

Gambar 1. Bagan Proses Pembuatan Arang



D. Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati untuk menentukan sifat arang meliputi kadar air, zat mudah menguap, kadar abu, karbon terikat, benda asing dan nilai kalor. Untuk pengujian kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu dan benda asing dibandingkan dengan standar SNI 01-1683-1989 dan untuk kadar karbon terikat dan nilai kalor dibandingkan dengan standar SII-2041-87.

1. Kadar Air (*Moisture Content*)

Cara kerja yaitu menimbang 1 - 2 gram contoh pada cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Ratakan contoh kemudian masukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C - 110°C selama 24 jam. Kemudian masukkan ke dalam desikator setelah itu ditimbang dan mengulangi pekerjaan ini hingga beratnya tetap. Persen kadar air tiap contoh dapat dihitung sebagai berikut:

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

Dimana:

Ba = Berat sampel sebelum dikeringkan (g)

Bkt = Berat sampel kering tanur (g)

2. Kadar Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)

Cawan porselin yang berisi contoh uji penentuan kadar air dipanaskan dalam *furnace* pada suhu 950°C selama 7 menit kemudian dimasukkan ke dalam desikator lalu ditimbang. Kadar zat mudah menguap dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{VM} = \frac{\text{L}}{\text{W}} \times 100 \%$$

Dimana:

VM = Kadar zat mudah menguap (%)

L = Kehilangan berat sampel (g)

W = Berat sampel kering tanur (g)

3. Kadar Abu (*Ash Content*)

Cawan porselin yang berisikan contoh uji penentuan kadar zat mudah menguap dimasukkan ke dalam murface pada suhu 800°C - 950°C selama 6 jam kemudian dimasukkan ke dalam desikator lalu ditimbang. Kadar abu ditentukan dengan rumus:

$$AC = \frac{S}{W} \times 100 \%$$

Di mana:

AC = Kadar abu (%)

S = Berat sisa sampel (g)

W = Berat sampel kering tanur (g)

4. Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Data dari pengujian kadar zat mudah menguap dan kadar abu digunakan untuk menghitung kadar karbon terikat dengan rumus:

$$FC = (100 - VM - Ash) \%$$

Di mana:

FC = Kadar karbon terikat (%)

VM = Kadar zat mudah menguap (%)

Ash = Kadar abu (%)

5. Benda Asing

Semua benda yang tidak termasuk arang kulit kayu, antara lain: kulit yang tidak sempurna menjadi arang, batu, pasir, tanah dan lain-lain

6. Nilai Kalor (*Calor Value*)

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.

7. Rendemen (*Yield*)

Rendemen arang yang dihasilkan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100$$

Dimana:

Output = Berat arang dalam kering tanur (kg)

Input = Berat bahan baku dalam kering tanur (kg)

E. Analisis Data

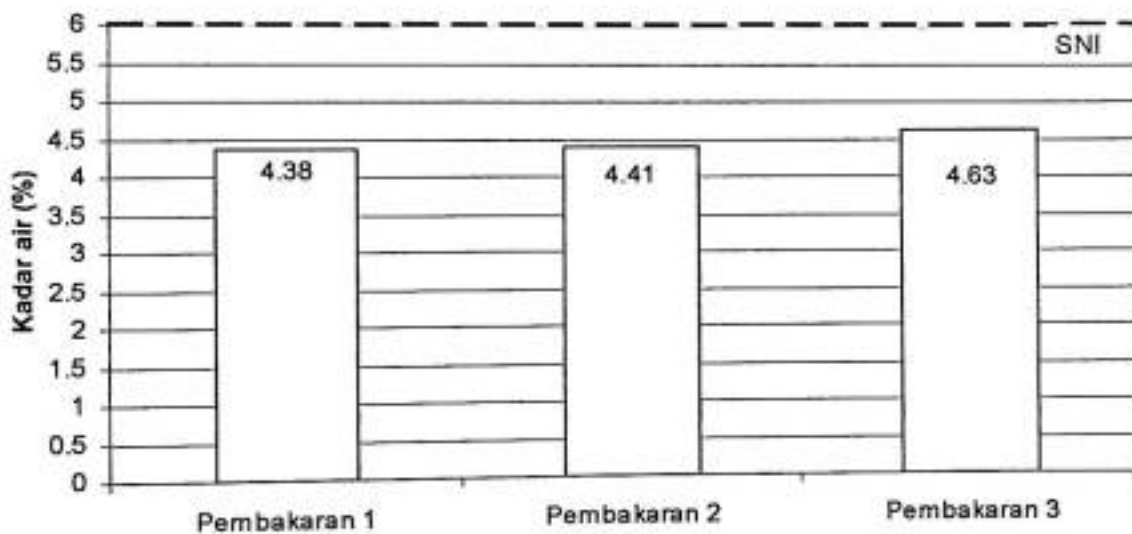
Penelitian kualitas arang kulit kayu cemara gunung dengan metode tungku drum menggunakan tiga kali ulangan, dimana hasilnya akan dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan standar SNI 01-1683-1989 dan standar SII-2041-87.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Kadar Air

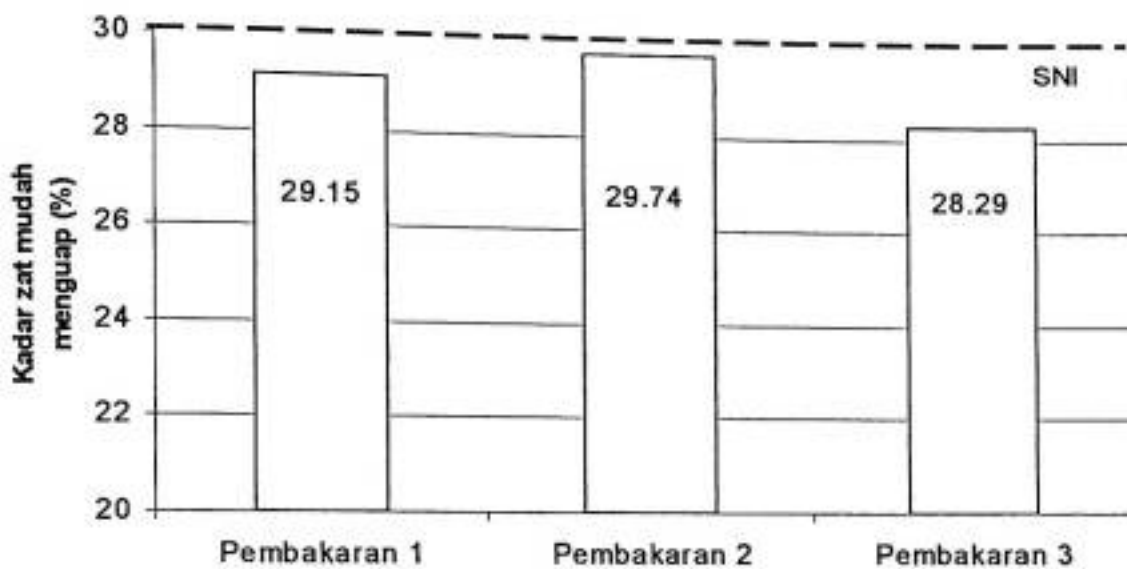
Kadar air arang kulit kayu cemara gunung berdasarkan hasil pengujian berkisar antara 4,38% - 4,63 %. Nilai rata-rata kadar air arang kulit kayu cemara gunung sebesar 4,47 %, memenuhi standar SNI arang kayu yaitu maksimum 6 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram nilai kadar air arang kulit kayu cemara gunung

2. Kadar Zat Mudah Menguap

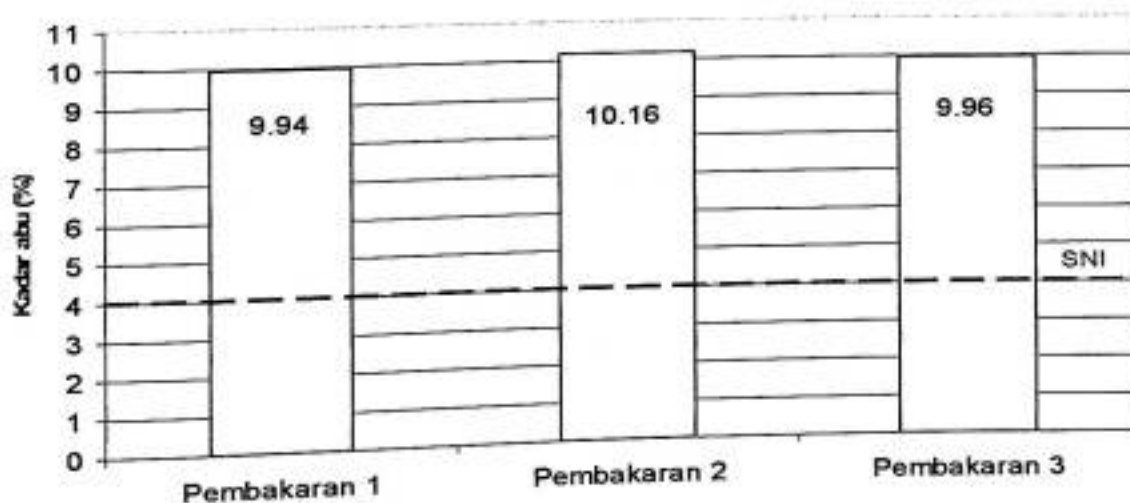
Kadar zat menguap arang dari kulit kayu cemara gunung berdasarkan hasil pengujian adalah berkisar antara 28,29 % - 29,74 %. Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap arang kulit kayu cemara gunung sebesar 29,06 %. Kadar zat mudah menguap arang kulit kayu cemara gunung memenuhi standar SNI arang kayu yang syaratnya maksimum 30 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram nilai kadar zat mudah menguap arang kulit kayu cemara gunung

3. Kadar Abu

Besarnya nilai kadar abu arang kulit kayu cemara gunung berdasarkan hasil pengujian adalah berkisar antara 9,94 % - 10,16 %. Nilai rata-rata kadar abu arang kulit kayu cemara gunung sebesar 9,7 %, tidak memenuhi standar SNI arang kayu yaitu maksimum 4 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.

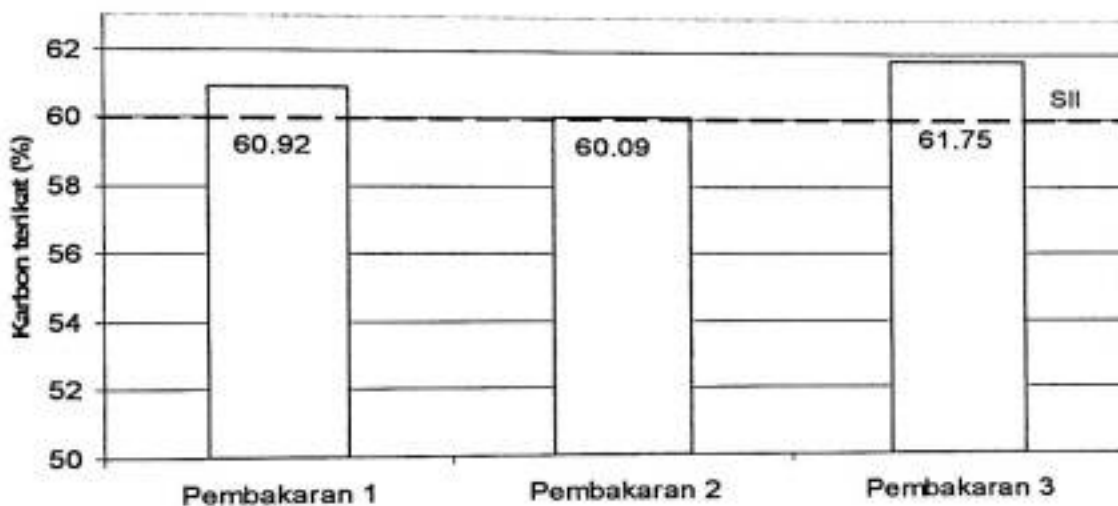


Gambar 4. Histogram nilai kadar abu arang kulit kayu cemara gunung



4. Karbon Terikat

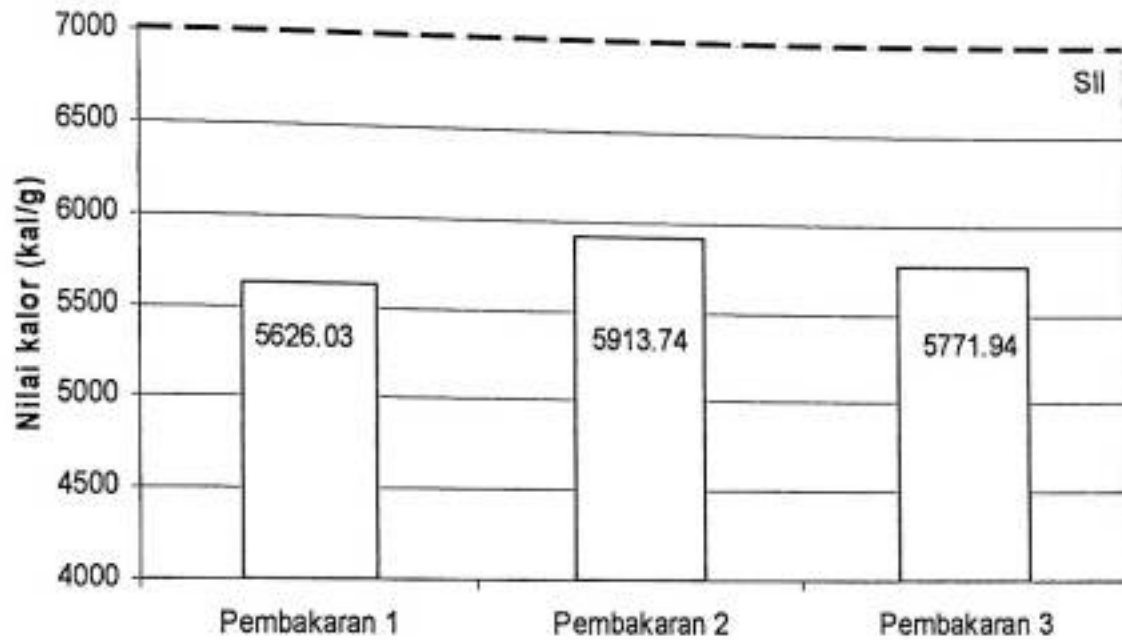
Besarnya karbon terikat arang kulit kayu cemara gunung berdasarkan hasil pengujian adalah berkisar antara 60,09% - 61,75%. Nilai rata-rata karbon terikat arang kulit kayu cemara gunung sebesar 60,92%, memenuhi standar SII-2041-87 arang kayu yaitu minimal 60 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Histogram nilai karbon terikat arang kulit kayu cemara gunung

5. Nilai Kalor

Besarnya nilai kalor arang kulit kayu cemara gunung berdasarkan hasil pengujian adalah berkisar antara 5.626,03 kal/g – 5.913,74 kal/g dengan rata-rata 5.771,94 kal/g. Nilai kalor arang kulit kayu cemara tidak memenuhi standar SII-2041-87 arang kayu yaitu 7.000 kal/g. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Histogram nilai kalor arang kulit kayu cemara gunung

6. Rendemen

Besarnya rendemen berkisar antara 36,25%-38,77% dengan rata-rata 37,45%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram rendemen arang kulit kayu cemara gunung

B. Pembahasan

1. Kadar Air

Rendahnya kadar air pada arang kulit kayu cemara gunung disebabkan oleh pemanasan yang terjadi pada waktu proses pengarangan dimana air yang terikat dalam bahan baku akan teruapkan. Hal ini sejalan yang dikemukakan oleh Syahrudin, dkk. (1987) dalam Ufi (2007), pada awal pemanasan, air dalam bahan baku dilepaskan bersamaan CO dan CO₂ dalam jumlah kecil. Besar kecilnya kadar air arang sangat dipengaruhi oleh sifat daya serap terhadap air dan porositas dari arang. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar air adalah kelembaban udara, cara penyimpanan maupun lama penyimpanan dari arang.

2. Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat menguap selain dipengaruhi oleh kandungan lignin dan zat ekstraktif bahan baku juga dipengaruhi oleh suhu dan lamanya proses karbonisasi. Semakin tinggi suhu dan lamanya proses karbonisasi maka penguapan yang terjadi pada zat mudah menguap semakin kecil. Zat menguap tersebut teruapkan dalam bentuk gas maupun cairan berupa ter. Hal ini sejalan yang dikemukakan oleh Syahrudin, dkk. (1987) dalam Ufi (2007), pada suhu 200 – 400⁰C sebagian besar selulosa murni terurai secara intensif di samping pembentukan gas juga dijumpai sejumlah kecil senyawa karbon pada suhu 400 – 500⁰C lignin terurai dan dihasilkan lebih banyak ter sedangkan gas menurun dan meningkatkan suhu, maka gas CO₂ semakin berkurang sedangkan gas CO, CH₄ dan H₂ semakin meningkat.

3. Kadar Abu

Tingginya kadar abu pada arang kulit kayu cemara gunung disebabkan karena banyaknya minera-mineral pada jaringan kulit serta tanah atau partikel pasir yang terperangkap pada kulit luar kayu. Hal ini sejalan yang dikemukakan oleh Haygreen dan Bowyer (1996), di mana mineral-mineral yang penting untuk fungsi fisiologis pohon cenderung terkonsentrasi dalam jaringan kulit menyebabkan kadar abu kulit menjadi tinggi serta tanah yang terbawa angin atau partikel-partikel pasir yang mungkin terperangkap pada kulit luar yang kasar ikut menyebabkan tingginya kadar abu. Selain itu, besarnya kadar abu juga disebabkan oleh faktor udara dimana pada waktu pengarangan terjadi kontak dengan udara yang menyebabkan terjadinya proses pembakaran lebih lanjut dari arang yang sudah terbentuk berubah menjadi abu. Hal ini sejalan yang dikemukakan oleh Syahrudin, dkk. (1987) dalam Ufi (2007), pada proses pengarangan dihindari terdapatnya oksigen, sehingga energi yang diberikan terhadap senyawa karbon tersebut berperan dalam memutuskan ikatan atom karbon dengan atom lainnya dalam struktur heksagonal. Terdapatnya oksigen dari luar merupakan suatu faktor yang memengaruhi hasil arang yang diperoleh karena karbon yang terbentuk dengan adanya oksigen akan mengalami reaksi lanjutan yaitu oksidasi, sehingga hasil akhirnya berupa abu.

4. Karbon Terikat

Tinggi rendahnya karbon terikat sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya kadar abu dan kadar zat mudah menguap dari arang. Semakin tinggi kadar abu dan kadar zat mudah menguap akan mengakibatkan karbon terikat semakin

rendah, demikian sebaliknya. Hal ini sejalan yang dikemukakan oleh Pari, dkk. (2006), tinggi rendahnya karbon terikat yang dihasilkan selain dipengaruhi oleh besar kecilnya kadar abu dan kadar zat mudah menguap juga dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin yang dapat dikonversi menjadi atom karbon. Menurut Hudaya dan Hartoyo (1990), salah satu cara untuk meningkatkan karbon terikat yaitu dengan menaikkan suhu pada proses karbonisasi dan memperpanjang proses pengarangan. Lamanya proses pengarangan dipengaruhi oleh banyak sedikitnya bahan yang akan diarangkan serta kecepatan angin dan sirkulasi udara.

5. Nilai Kalor

Rendahnya nilai kalor arang kulit kayu cemara gunung kemungkinan disebabkan karena faktor ukurannya yang kecil serta lama pengarangannya yang relatif singkat (2-3 jam). Nilai kalor tergantung pada akumulasi panas permukaan yang ditentukan oleh faktor ukuran sampel dan kecepatan hilangnya panas permukaan sampel. Selain itu nilai kalor juga dipengaruhi oleh kadar lignin, ekstraktif, kadar air, berat jenis kayu dan suhu maksimum pengolahan. Hal ini sejalan yang dikemukakan oleh Komarayati dan Hendra (1994), tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh kadar lignin dan zat ekstraktif. Selanjutnya Komarayati dan Gusmailina (1994) menyatakan bahwa kadar lignin yang tinggi pada bahan akan meningkatkan nilai kalor arang tersebut sedangkan pengaruh kadar ekstraktif tergantung pada mudah tidaknya zat ekstraktif dalam bahan tersebut dapat terbakar.

6. Rendemen

Rendemen arang kulit kayu cemara gunung yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan penelitian Hudaya dan Hartoyo (1990) tentang pembuatan arang rendemen tinggi dari tempurung kelapa yang memperoleh rendemen 35,70%. Tinggi rendahnya rendemen hasil pengarangan sangat dipengaruhi oleh kecepatan proses, berat jenis dan komposisi kimia yang terkandung dalam bahan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas dan nilai kalor arang kulit kayu cemara gunung pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Arang kulit kayu cemara gunung tidak memenuhi standar SNI 01-1683-1989 karena kadar abunya tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan, meskipun kadar air dan kadar zat mudah menguap masuk dalam kriteria standar.
2. Arang kulit kayu cemara gunung tidak memenuhi standar SII-2041-87 karena nilai kalornya tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan, meskipun karbon terikatnya masuk dalam kriteria standar.
3. Rendemen arang kulit kayu cemara gunung cukup tinggi yaitu 37,45%.

B. Saran

Untuk penelitian dengan topik dan metode yang sama, disarankan meneliti penambahan bahan baku pada proses pengarangan, penambahan waktu proses pengarangan dan meneliti suhu pada saat karbonisasi untuk mendapatkan kualitas arang yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S., 2000. Penelitian Berbagai Jenis Kayu Limbah Pengolahan untuk Pemilihan Bahan Baku Briket Arang. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 2 (1) : 41-46.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional), 1989. SNI 01-1683-1989. Arang Kayu. Jakarta.
- Departemen Perindustrian, 1983. Memasyarakatkan Hasil Penelitian/ Pengembangan Berupa Peningkatan Keterampilan maupun Proses untuk Membantu Industri Kecil Komoditi Arang kayu. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Banjar Baru.
- Departemen Pertanian, 1976. *Vadamecum Kehutanan Indonesia*. Direktorat Jendral Kehutanan. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Kehutanan, 2005. Ekspor Hasil Non Kayu Lima Tahun Terakhir. http://www.dephut.go.id/INFORMASI/STATISTIK/2005/IV3_7.pdf. [16 Maret 2007].
- Dumanauw, J. F., 2001. *Mengenal Kayu*. Kanasius. Jakarta
- Fengel, D. dan G. Wegener, 1995. *Kayu: Kimia Ultrastruktur dan Reaksi-reaksi*. Alih Bahasa: H. Sastrohamidjojo, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hartoyo, J. A. dan H. Rosliandi, 1990. Perancangan dan Pembuatan Briket Arang dari Lima Jenis Kayu Indonesia. Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan No. 106, Bogor.
- Hasbullah, 2001. Arang Tempurung Kelapa. <http://www.ristek.go.id>. [1 Mei 2007].
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer, 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Alih Bahasa: S. A. Hadikusumo, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Hudaya, N. dan Hartoyo, 1990. Pembuatan Arang Rendemen Tinggi dari Tempurung Kelapa dengan Kiln Drum. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 7 (4) : 134-138.

- Iskandar, H. dan K. D. Santosa, 2005. Cara Pembuatan Arang Kayu: Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu oleh Masyarakat. Center for International Forestry Research, Bogor. <http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf>. [24 Maret 2007].
- Isma, 2007. Kandungan Zat Ekstraktif Limbah Pohon Cemara Gunung (*Casuarina junghuhniana* Mig). Skripsi Sarjana Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Tidak dipublikasikan.
- Komarayati, S dan Gusmailina, 1994. Pembuatan Arang dan Briket Arang dari Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii* Ness) dan Kayu Sukun (*Artocarpus altilis* Parkinson). Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 12 (6): 225-228.
- Komarayati, S. dan D. Hendra, 1994. Hasil Destilasi Kering dan Nilai Kalor Kayu Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lemk). Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 12 (22) : 39-41.
- Komarayati, S., D. Setiawan dan Mahpudin, 2004. Beberapa Sifat dan Pemanfaatan Arang dari Serasah dan Kulit Kayu Pinus. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 22 (1) :17-22.
- Nurhayati, T. 1983. Nilai Kalor. Pusat Pengembangan dan Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Pari, G., D. Hendra dan R.A. Pasaribu, 2006. Pengaruh Lama Aktivasi dan Konsentrasi Asam Fosfat terhadap Mutu Arang Aktif Kulit Kayu Akasia. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 24 (1) : 33-46.
- Panshin, A. J. dan C. de Zeeuw, 1980. *Text Book of Wood Technology*. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Said, S., 1997. Studi Beberapa Sifat Arang Kayu Jawa (*Lannea grandis* Engl), Kayu Ki Hujan (*Samanea saman* Merr) dan Kayu Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk). Skripsi Sarjana Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Tidak dipublikasikan.
- Sembiring, M.T. dan T.S., Sinaga, 2003. Pengenalan dan Proses Pembuatan Arang Aktif. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik. Universitas Sumatra Utara. <http://Library.usu.ac.id>. [1Mei 2007].
- Sudrajat, R.dan S. Saleh, 1994. Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif. Bagian Proyek Litbang Pemanfaatan Hasil HTI Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.

- Sudrajat, R., Anggorowati dan D. Setiawan, 2005. Pembuatan Arang Aktif dari Kayu Jarak Pagar (*Jantropa curcas* L). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 23 (4) : 299-315.
- Tantra, I.G.M., 1980. *Flora Pohon Indonesia*. Lembaga Penelitian Bogor, Bogor.
- Ufi, M. N., 2007. Pemanfaatan Limbah Daun Kelapa Sawit sebagai Briket Bahan Bakar Alternatif. Tesis Program Pasca sarjana Universitas Hasanuddin, Makassar. Tidak dipublikasikan.
- Van Steenis, C.G.G.J., 1981. *Flora untuk Sekolah di Indonesia*. Pradna Paramita, Jakarta.

Lampiran 1. Data Pengukuran Kadar Air Bahan Baku dan Kadar Air Arang

a. Kadar Air Bahan Baku

Sampel	Ba	Bkt	Ka (%)
C1.1	24,10	19,80	21,72
C1.2	18,34	15,29	19,95
C1.3	33,15	27,63	19,98
Rata-rata			20,55
C2.1	29,04	24,20	20,00
C2.2	24,41	20,52	18,96
C2.3	38,87	33,00	17,79
Rata-rata			18,91
C3.1	34,80	29,25	18,97
C3.2	26,06	21,79	19,60
C3.3	24,21	20,43	18,50
Rata-rata			19,02

b. Kadar Air Arang

Sampel	Ba	Bkt	Ka (%)
C1.1	2,01	1,92	4,69
C1.2	2,05	1,97	4,06
C1.3	2,14	2,05	4,39
Rata-rata			4,38
C2.1	2,08	1,99	4,52
C2.2	2,07	1,98	4,55
C2.3	2,00	1,92	4,17
Rata-rata			4,41
C3.1	2,04	1,95	4,62
C3.2	2,01	1,92	4,69
C3.3	2,05	1,96	4,59
Rata-rata			4,63

Keterangan :

- Ba : Berat awal sebelum pemanasan (g)
 Bkt : Berat akhir setelah pemanasan (g)
 Ka : Kadar air (%)

Lampiran 2. Data Pengukuran Kadar Zat Mudah Menguap

Sampel	Ba	W	B Sisa	L	VM (%)
C1.1	2,01	1,92	1,38	0,54	28,13
C1.2	2,05	1,97	1,33	0,64	32,49
C1.3	2,14	2,05	1,50	0,55	26,83
Rata-rata					29,15
C2.1	2,08	1,99	1,46	0,53	26,63
C2.2	2,07	1,98	1,38	0,60	30,30
C2.3	2,00	1,92	1,30	0,62	32,29
Rata-rata					29,74
C3.1	2,04	1,95	1,38	0,57	29,23
C3.2	2,01	1,92	1,41	0,51	26,56
C3.3	2,05	1,96	1,39	0,57	29,08
Rata-rata					28,29

Keterangan :

Ba : Berat awal sebelum pemanasan (g)

W : Berat sampel kering tanur (g)

L : kehilangan berat sampel (g)

VM : Kadar mudah menguap (%)

Lampiran 3. Data Pengukuran Kadar Abu

Sampel	Ba	W	S	AC (%)
C1.1	2,01	1,92	0,21	10,94
C1.2	2,05	1,97	0,17	8,63
C1.3	2,14	2,05	0,21	10,24
Rata-rata				9,94
C2.1	2,08	1,99	0,24	12,06
C2.2	2,07	1,98	0,20	10,10
C2.3	2,00	1,92	0,16	8,33
Rata-rata				10,16
C3.1	2,04	1,95	0,17	8,72
C3.2	2,01	1,92	0,22	11,46
C3.3	2,05	1,96	0,19	9,69
Rata-rata				9,96

Keterangan :

- Ba : Berat awal sebelum pemanasan (g)
W : Berat sampel kering tanur (g)
S : Berat sisa sampel (g)
AC : Kadar abu (%)

Lampiran 4. Data Perhitungan Kadar Karbon Terikat

Sampel	VM (%)	AC (%)	FC (%)
C1.1	28,13	10,94	60,94
C1.2	32,49	8,63	58,88
C1.3	26,83	10,24	62,93
Rata-rata	29,15	9,94	60,92
C2.1	26,63	12,06	61,31
C2.2	30,30	10,10	59,60
C2.3	32,29	8,33	59,38
Rata-rata	29,74	10,16	60,09
C3.1	29,23	8,72	62,05
C3.2	26,56	11,46	61,98
C3.3	29,08	9,69	61,22
Rata-rata	28,29	9,96	61,75

Keterangan :

VM : Kadar mudah menguap (%)

AC : Kadar abu (%)

FC : Kadar karbon terikat (%)

Lampiran 5. Data Perhitungan Rendemen

Sampel	Input	Output	Rendemen (%)
C1.1	21,92	8,13	37,08
C1.2	22,41	8,07	36,01
C1.3	22,41	7,99	35,68
Rata-rata			36,25
C2.1	24,00	9,06	37,73
C2.2	24,31	9,07	37,29
C2.3	24,66	9,12	36,98
Rata-rata			37,33
C3.1	23,50	9,10	38,71
C3.2	23,32	9,13	39,14
C3.3	23,63	9,09	38,44
Rata-rata			38,77

Lampiran 6. Lay Out

