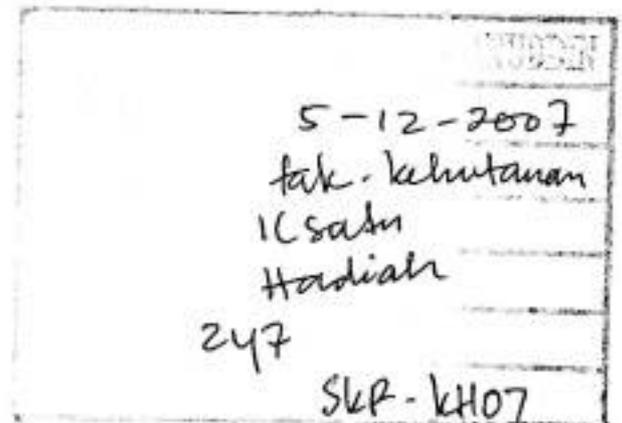
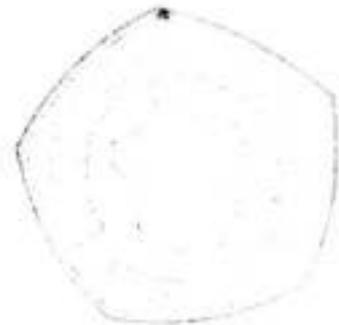


**KUALITAS ARANG KULIT BIJI JAMBU METE
(*Anacardium occidentale*) DENGAN METODE
TUNGKU (KILN) DRUM**

OLEH

**RAHMA DEWI
M 121 02 061**



DEW
R

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Kualitas Arang Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium occidentale*)
dengan Metode Tungku (*Kiln*) Drum

Nama Mahasiswa : Rahma Dewi

Nomor Pokok : M 121 02 061

Program Studi : Teknologi Hasil Hutan

*Skripsi ini Dibuat 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
Nip. 131 862 957

Pembimbing II

 5/12/07
A. Detti Yuniarti, S.Hut., M.P.
Nip. 132 133 947

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


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

Tanggal : Desember 2007

ABSTRAK

Rahma Dewi (M 121 02 061). Kualitas Arang Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium occidentale*) dengan Metode Tungku (Kiln) Drum di bawah Bimbingan Baharuddin dan A. Detti Yuniarti.

Bahan baku arang dapat diperoleh dari hasil hutan kayu maupun non kayu serta limbah pertanian dan perkebunan. Pemanfaatan limbah sebagai bahan baku arang dimaksudkan untuk mengatasi kekurangan bahan baku arang kayu di masa yang akan datang mengingat semakin kurangnya ketersediaan kayu. Kulit biji jambu mete adalah salah satu bentuk limbah pertanian dan perkebunan yang dapat diolah lebih lanjut menjadi arang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas arang kulit biji jambu mete dengan metode pengarangan tungku drum. Penelitian ini berlangsung dari bulan Juni sampai bulan Juli 2007. Pengambilan sampel dilakukan di Desa Purnakarya, Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros, Propinsi 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.

Bahan baku yang akan dibuat arang berupa kulit biji jambu mete yang sudah tidak dimanfaatkan kemudian dibersihkan dan dikeringudarkan dan melakukan pengarangan dengan menggunakan tungku drum. Pengujian kualitas arang berdasarkan SNI-01-1996 dengan variabel yang diamati yaitu kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, benda asing dan warna serta nilai kalor untuk keperluan penggunaan lebih lanjut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar air 5,40%, kadar zat mudah menguap 20,11%, kadar abu 8,63%, benda asing tidak ada dan warna arang hitam merata. Nilai rata-rata pengukuran nilai kalor 6.546,91% dan nilai rata-rata rendemen 36,16%.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Kualitas Arang Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium occidentale*) dengan Metode Tungku (*Kiln*) Drum”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Hutan Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian dan 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) Buat kedua orang tuaku ayahanda **Slamet Wiedodo, A.Md** dan ibunda **Hariyati** serta saudara-saudaraku ; **Nina Yuliati, S.H., M.H., Arief Rachman, S.H., dan Faizal Rahman, cS.Pt** yang telah banyak memberikan doa restu, kasih sayang, bimbingan, motivasi yang sangat berharga dan berguna bagi penulis, gelar ini kupersembahkan untuk kalian.

- 2) **Ir. Baharuddin** selaku pembimbing pertama dan **A. Detti Yuniarti, S.Hut, MP,** selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk dalam pelaksanaan penelitian sampai penyusunan skripsi ini.
- 3) **Ir. Bakri, M.Sc** selaku Dosen dan Penasehat Akademik.
- 4) **Prof. Dr. Ir. H. Djamal Sanusi, Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc., Ir. Beta Putranto, M.Sc., Astuti Arif, S.Hut., M.Si., Suhasman, S.Hut., M.Si,** selaku Dosen Teknologi Hasil Hutan
- 5) **Ir. H. Muh. Restu, MP.** selaku Dekan Fakultas Kehutanan Fakultas Universitas Hasanuddin.
- 6) **Seluruh Dosen Pengajar dan Staf Pegawai** administrasi Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
- 7) Teman-teman Teknologi "**02 Kehutanan**" yang juga tidak sempat disebutkan satu persatu.

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 Allah SWT membalas kebaikan kita semua, Insya Allah. Amin

Makassar, Desember 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 Tanaman Jambu Mete.....	4
B. Karbonisasi	5
C. Arang	7
D. Kualitas Arang	8
E. Kadar Air, Abu, Zat Mudah Menguap, dan Nilai Kalor	10
F. Metode Pembuatan Arang	
1. Metode Konvensional	11
2. Metode Kiln Drum	11
3. Metode Kiln Bata	12
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	14
B. Alat dan Bahan	14

C. Prosedur Penelitian	
1. Perlakuan Bahan Baku	15
2. Modifikasi Alat	15
3. Cara Pengarangan	17
D. Variabel yang Diamati	
1. Kadar Air	18
2. Kadar Zat Mudah Menguap (Volatile) ada Pemanasan 950°C....	19
3. Kadar Abu	19
4. Nilai Kalor	20
5. Rendemen	21
6. Warna	21
7. Benda Asing	21

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil	22
B. Pembahasan	
1. Kadar Air	23
2. Kadar Zat Mudah Menguap	23
3. Kadar Abu	24
4. Nilai Kalor	25
5. Rendemen	25
6. Warna	26
7. Benda Asing	27

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	28
B. Saran	28

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Spesifikasi Persyaratan Mutu Arang Tempurung kelapa SNI 01-1682-1996.....	9

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Sketsa Tungku Drum	16
2.	Histogram Nilai Rata-Rata Kadar Air, Kadar Zat Mudah Menguap Kadar Abu, Rendemen, dan Nilai Kalor Arang Kulit Biji Jambu Mete	22
3.	Warna Serbuk Arang dan Warna pada Pecahannya	26

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Kadar Air Bahan dari Kulit Biji Jambu Mete	32
2.	Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Kadar Air Arang dari Kulit Biji Jambu Mete	33
3.	Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Kadar Zat Mudah Menguap Arang dari Kulit Biji Jambu Mete	32
4.	Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Kadar Abu Arang dari Kulit Biji Jambu Mete	32
5.	Hasil Pembuatan Arang Kulit Biji jambu Mete	36

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Arang kayu merupakan salah satu komoditi ekspor nonmigas yang cukup potensial bagi beberapa daerah di Indonesia. Dalam kehidupan sehari-hari arang kayu telah lama dikenal sebagai bahan bakar untuk rumah tangga dan sektor industri meskipun fungsinya dapat dipenuhi bahan bakar lainnya. Permasalahan yang timbul sekarang adalah semakin berkurangnya ketersediaan kayu sebagai bahan baku yang sering digunakan. Sebenarnya kekurangan bahan baku arang kayu yang terjadi saat ini bisa diatasi dengan melakukan diversifikasi penggunaan limbah yang potensial yang digunakan sebagai bahan baku. Upaya ini dimaksudkan untuk mengatasi kekurangan bahan baku arang di masa yang akan datang serta mengurangi ketergantungan bahan baku kayu.

Indonesia merupakan negara pertanian yang cukup potensial sebagai pengekspor nonmigas. Hal ini terlihat dalam peranan dan perkembangan ekspor nonmigas untuk produk pertanian pada tahun 2006 yang mengalami peningkatan sebesar 24,08% dibanding pada tahun 2005 (Depkominfo, 2006). Jambu mete merupakan tanaman yang diusahakan di pertanian/perkebunan yang mempunyai arti ekonomi penting sebagai komoditi ekspor. Produksi kacang jambu mete Sulawesi Selatan pada tahun 2005 adalah sebesar 24.689 ton (Dirjen Perkebunan, 2005). Persentase bagian biji jambu mete berdasarkan proporsi berat yaitu kacang (*kernel*) 20-25%, cairan kulit biji 20-25%, kulit ari (*testa*) sekitar 2 % dan selebihnya kulit biji (Wilson, 1975). Produksi kacang jambu mete sebesar

24.689 ton akan menghasilkan limbah kulit biji sebanyak 47.402,88-71.598,1 ton yang belum dimanfaatkan. Pemanfaatan limbah kulit biji jambu mete ini dimaksudkan untuk memberikan nilai tambah dengan menghasilkan produk baru di samping produk utamanya yaitu sebagai bahan makanan. Kulit biji jambu mete dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan bakar alternatif dalam penggunaannya sebagai arang yang diharapkan dapat menggeser atau mensubtitusikan pemakaian kayu bakar dan arang kayu untuk rumah tangga dan industri.

Proses pengarangan dapat mempengaruhi kualitas arang. Beberapa proses pengarangan yang relatif murah biasanya menghasilkan arang yang kualitasnya kurang baik dibanding proses pengarangan yang biayanya agak mahal. Pengarangan dapat dilakukan dengan cara tungku lubang tanah (*kiln earth pit*), tungku batu bata (*kiln flat*) dan tungku drum (*kiln drum*). Pembuatan arang dengan cara drum umumnya digunakan untuk tujuan komersil. Selain murah, bahan konstruksi dari drum bekas juga mudah diperoleh. Pada metode drum, proses karbonisasi dapat diamati dan diawasi melalui pengatur udara masuk dan tidak tergantung dari cuaca pada saat itu. Cara drum ini sesuai untuk dikembangkan bagi penduduk yang berada di sekitar hutan guna mengurangi limbah dari areal hutan. Berdasarkan hal di atas, maka perlu dilaksanakan penelitian ini untuk mengetahui kualitas arang dari kulit biji jambu mete.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas arang yang dibuat dari limbah kulit biji jambu mete dengan metode pengarangan tungku drum. Kegunaan dari hasil penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tentang pemanfaatan limbah kulit biji jambu mete sebagai bahan bakar alternatif serta dapat dijadikan acuan dalam penelitian lebih lanjut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Tanaman Jambu Mete

Negara asal jambu mete adalah Amerika Latin yaitu Brazil, Peru, dan Mexico. Jambu mete kini telah menyebar luas ke negara-negara yang beriklim tropis dan merupakan tanaman yang kosmopolit. Bangsa yang berjasa dalam penyebaran jambu mete adalah negara-negara Afrika Timur dan India (Rismunandar, 1986).

Menurut Pieter dan Haryadi (1994), tanaman jambu mete tergolong tanaman tahunan, pada kondisi baik batangnya tumbuh tegak dan dapat mencapai ketinggian antara 7 – 20 m. Mahkota tanaman ada yang berbentuk kerucut, payung, oval dan setengah bola. Apabila pertumbuhannya kurang baik maka tanaman ini tumbuh pendek dan batangnya bengkok.

Jambu mete adalah buah yang dapat dimakan dari famili Anacardiaceae yang merupakan tanaman tropik dan subtropik. Buah jambu mete dibentuk dari persarian yang terdiri atas dua bagian yaitu buah semu yang berdaging, banyak mengandung air, dan terbentuk dari tangkai bunga yang membesar seolah-olah menjadi daging buah yang normal dan buah sebenarnya (biji) berupa buah batu berbentuk seperti ginjal terdiri atas kulit yang keras, mengandung minyak dan kacang yang berbelah dua (Rismunandar, 1986). Daging buah yang dihasilkan merupakan daging buah yang lebih besar yaitu 90,5 % sedang biji hanya 9,5 % dari berat buah jambu mete. Kulit biji jambu mete dibagi atas *epicarp*, *mesocarp*, dan *endocarp*. Ketiga bagian tersebut disebut *pericarp*. Bagian *pericarp* bersifat rapuh tapi keras bila tua dan berwarna coklat (Cahyono, 2001). Biji mete

mempunyai ukuran yaitu panjang 2,5–4,0 cm, tebal kulit 2–3 mm terdiri atas dua permukaan tipis yang kompak dan dipisahkan oleh struktur yang berbentuk seperti sarang lebah (Wilson, 1975). Ukuran dan bobot buah ini saling berbeda di setiap negara. Biji mete di Indonesia mempunyai panjang antara 2–3,5 cm, lebar 1,5–2,5 cm dan tebalnya 1–2,5 cm, di India dan Brazil panjangnya 5,3 cm dan beratnya 15 gram, sedangkan yang terkecil panjangnya 18 mm dan beratnya 1 gram (Sumartono, 1997).

Menurut Sastrahidayat dan Soemarno (1996), jambu mete merupakan komoditas ekspor yang banyak manfaatnya, mulai dari akar, batang, daun, dan buahnya. Manfaat yang secara langsung dapat diperoleh antara lain akarnya sebagai ramuan obat sariawan dan penyakit gula, daun mudanya untuk lalap, daun tuanya untuk ramuan penyakit kulit, daging buah semuanya dapat dijadikan manisan, selai, atau rujak serta daging buah batunya dapat dimakan.

B. Karbonisasi

Menurut Yoyon, dkk (2001) dalam Departemen Perindustrian (2001), arang merupakan bahan baku untuk pembuatan arang briket ataupun arang aktif melalui proses pembakaran tidak sempurna dalam suatu tungku atau tanur. Proses pembakaran yang terjadi adalah proses karbonisasi di mana terjadi perubahan komponen bahan baku pada suhu 100°C-1000°C, dengan perubahan terbesar pada suhu 200°C-500°C. Proses karbonisasi adalah reaksi eksoterm di mana panas yang dikeluarkan lebih besar dari panas yang diperlukan. Biasanya terlihat pada suhu 300°C-400°C, suhu meningkat dengan cepat walaupun panas yang diberikan tetap. Abdullah, dkk. (1991) mengemukakan bahwa karbonisasi menurut istilah

berarti penguraian biomassa karena panas di atas 150°C , di mana dibedakan 2 tingkatan yaitu karbonisasi primer dan sekunder. Pada proses karbonisasi primer ($150 - 450^{\circ}\text{C}$) dihasilkan uap air, gas dan arang, sedangkan karbonisasi sekunder dimaksudkan untuk menghasilkan energi tinggi pada proses gasifikasi.

Syahrudin, dkk (1987) dalam Ufi (2007) mengemukakan bahwa 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 CO_2 dalam jumlah kecil.
- b. Pada suhu $200 - 400^{\circ}\text{C}$ sebagian besar selulosa murni terurai secara intensif di samping pembentukan gas juga dijumpai sejumlah kecil senyawa karbon.
- c. Pada suhu $400 - 500^{\circ}\text{C}$ lignin terurai dan dihasilkan lebih banyak ter sedangkan gas menurun dan meningkatkan suhu, maka gas CO_2 semakin berkurang sedangkan gas CO, CH_4 dan CH_2 semakin meningkat.
- d. Pada suhu $500 - 700^{\circ}\text{C}$ pembentukan ter dan gas hidrogen semakin bertambah, terbentuknya karbon mencapai 90%.

- e. Di atas suhu 700°C diperoleh gas yang dapat diembunkan terutama terdiri dari gas hidrogen.

Menurut Yoyon, dkk (2001) *dalam* Departemen Perindustrian (2001), faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi adalah kecepatan pemanasan dan tekanan udara dalam tanur. Semakin cepat pemanasan maka semakin sulit pengamatan tahap-tahap karbonisasi dan rendemen yang dicapai rendah. Adapun faktor yang mempengaruhi hasil karbonisasi adalah kadar air bahan baku, kekerasan kayu, jumlah udara, suhu maupun lamanya pengarangan. Menurut Syahrudin dkk (1987) *dalam* Ufi (2007), karbonisasi dimaksudkan untuk meningkatkan nilai kalor pembakaran, mengurangi asap pada saat dibakar dan mempermudah pengempaan dan proses pembuatan briket.

C. Arang

Djarmiko, dkk (1985) *dalam* Said (1997) mengemukakan bahwa arang merupakan bahan padat yang berpori dari hasil unsur C dan sebagian besar porinya masih tertutup dengan hidrokarbon, ter dan senyawa organik lain serta komponennya terdiri atas karbon terikat, abu, air, hidrogen dan sulfur.

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)

Kayu atau limbah pertanian sebagai bahan bakar kurang menguntungkan dilihat dari nilai pembakarannya karena mempunyai kadar air yang masih tinggi, kotor, berasap, kurang efisien dan kurang praktis. Oleh karena itu masyarakat kota

dan industri masih enggan untuk mempergunakan. Agar praktis sebagai bahan bakar, kayu atau limbah pertanian diubah dalam bentuk arang atau briket arang (Kirana, 1985).

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 sifat sebagai berikut : kadar air 6 %, kadar abu 3-6 %, zat mudah menguap 15-30 %, karbon terikat 60-80 % dan nilai kalor 6000-7000 kalori/gram. Arang aktif adalah arang yang mempunyai daya serap tinggi terhadap cairan atau gas. Bahan digunakan dalam industri makanan, minuman, obat-obatan dan lain-lain. Ada dua tipe arang aktif yaitu serbuk dan butiran.

D. Kualitas arang

Syarat kualitas arang sebagai bahan bakar mempunyai karbon sisa antara 55–70%, 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 %. Penilaian kualitas arang 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) (Departemen Pertanian, 1976).

Lukmana (1983) dalam Departemen Perindustrian (1983) mengemukakan bahwa 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.

Tempurung kelapa merupakan salah satu bahan baku dari non kayu yang dapat dijadikan sebagai arang. Sifat arang tempurung kelapa meliputi rendemen (*yield*), kadar air (*moisture content*), zat mudah menguap (*volatile matter*), abu (*ash*) dan karbon terikat (*fixed carbon*) (Hartoyo, dkk, 1990). Secara khusus standar penelitian kualitas arang tempurung kelapa dapat dilihat pada Tabel 1.

Standar ini dapat juga dijadikan sebagai standar untuk bahan baku dari non kayu yang memiliki kulit buah yang keras seperti jambu mete, kemiri (*Aleurites moluccana*), kepayang (*Pangium edule*) dan lain-lain.

Tabel 1. Spesifikasi Persyaratan Mutu Arang Tempurung Kelapa, SNI 01-1682-1996.

No.	Jenis Uji	Persyaratan
1.	Kadar Air	Maksimum 6 %
2.	Kadar Zat Mudah Menguap pada Pemanasan 950°C	Maksimum 15 %
3.	Kadar Abu	Maksimum 3 %
4.	Benda Asing	Tidak boleh ada
5.	Warna	Hitam merata

Sumber : Badan Standardisasi Nasional, 1996

E. Kadar Air, Abu, Zat Mudah Menguap, dan Nilai Kalor

Menurut Haygreen dan Bowyer (1996), kadar air didefinisikan sebagai berat air yang dinyatakan dalam persen berat kayu bebas air atau kering tanur. Salah satu cara yang paling lazim untuk menentukan kandungan air dengan menimbang contoh uji basah, mengeringkannya dalam tanur pada suhu $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ untuk mengeluarkan semua air dan menimbanginya kembali.

Abu merupakan komponen anorganik yang tertinggal setelah bahan dipanaskan pada suhu $500-600^{\circ}\text{C}$ dan terdiri atas kalium, natrium, magnesium, kalsium dan komponen lain dalam jumlah kecil. 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).

David dan Robert (1997) mengemukakan bahwa nilai kalor adalah jumlah satuan panas yang dihasilkan persatuan 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.

Menurut Oey Djoen Seng (1990), hubungan berat jenis dan nilai kalor adalah nilai kalor dari semua jenis kayu tiap satuan berat bahan kering mutlak hampir sama. Hal ini berarti bahwa dalam keadaan pembakaran kayu bakar yang sama kemampuan memberi panas dari kayu bakar kering udara tiap satuan isi sebanding dengan berat jenisnya. Makin berat makin tinggi pula nilai kalornya.

F. Metode Pembuatan Arang

1. Metode Konvensional

Metode tradisional yang dikenal serta umum digunakan oleh masyarakat di dalam pembuatan arang kayu, yaitu metode lubang tanah (*earth pit-kiln*). Pada pembuatan arang kayu dengan menggunakan metode lubang tanah, yang perlu diperhatikan adalah pemilihan lokasi pembuatan lubang tungku. Usahakan pembuatan lubang terletak relatif terlindung dari pengaruh hujan serta agak landai. Hal ini untuk memudahkan di dalam kegiatan pembuatan arang nantinya. Beberapa kelebihan pembuatan arang dengan menggunakan metode tungku lubang tanah, di samping volume kayu yang bisa dibuat ukuran bahan baku dari kayu limbah yang digunakan bisa relatif lebih besar dibandingkan dengan menggunakan tungku drum (Iskandar dan Santosa, 2005).

2. Metode *Kiln Drum*

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

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 tebangan dari areal hutan produksi. Kiln ini terbuat dari besi yang terdiri dari 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 m^3 dan 10 m^3 dengan hasil arang lebih 1800 kg (Hasyim, (1983) dalam Departemen Perindustrian (1983)).

3. Metode *Kiln* Bata

Kiln bata merupakan modifikasi dari model Thailand yang dirancang untuk kemudahan operasi dan kualitas arang yang dihasilkan. Dengan menggunakan dinding terbuat dari bata yang diplester atau kombinasinya dengan campuran pasir dan semen, maka *kiln* dapat dibuat dalam ukuran besar dan permanen sehingga bahan baku dapat masuk lebih banyak. Selain itu, proses pengarangan lebih sempurna dan terkontrol sehingga waktu proses lebih cepat serta menghasilkan arang dalam jumlah lebih banyak, seragam dan kualitas yang lebih baik. Perkembangan lanjut tipe ini mengarah kepada variasi bentuk dinding, atap, bahan konstruksi, jumlah cerobong asap, lubang pengapian dan ukuran pintu pemasukan bahan baku. *Kiln* bata berkapasitas masukan $5,5 \text{ m}^3$ kayu dapat menghasilkan arang dengan rendemen sekitar 30%. *Kiln* terdiri atas ruang pembakaran, pintu pemasukan kayu, lubang pembakaran, lubang udara, lubang penguapan dan cerobong asap. Badan dan atap *kiln* terbuat dari bata, dengan ukuran diameter 2,2 m dan tinggi 1,6 m. Lubang pembakaran berjumlah 2 buah, lubang udara 6 buah, lubang penguapan 4 buah, cerobong asap 1 buah dan pintu pemasukan kayu 1 buah. Ukuran kayu berdiameter 10–25 cm dan panjang antara

25–50 cm, lama proses pengarangan dari saat pembakaran sampai arang dikeluarkan dari *kiln* adalah 2,5 hari (55 jam) atau seluruhnya memerlukan siklus waktu 6–7 hari (Sudrajat dan Saleh, 1994).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian berlangsung selama dua bulan yaitu bulan Juni sampai dengan Juli 2007. Sampel kulit biji jambu mete diperoleh di Desa Purnakarya, Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros, Propinsi Sulawesi Selatan. Pembuatan arang dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, kemudian melakukan pengujian kualitas arang di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin serta pengujian nilai kalor di Sucofindo (Superintending Company of Indonesia) Makassar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan adalah drum modifikasi, rang, *furnance*, tanur listrik, desikator, alat timbang digital, cawan porselin, mesh 325, *Perioxide Bomb Calorimeter*.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit biji jambu mete yang telah dibersihkan dari kotoran kemudian dikeringudarkan, kayu kering sebagai umpan api, korek api, tanah, dan kain basah.

C. Prosedur Penelitian

1. Perlakuan Bahan Baku

Bahan baku yang akan dibuat arang berasal dari kulit biji jambu mete yang sudah tidak dimanfaatkan sebanyak $\pm 96,5$ kg untuk tiga kali pembakaran. Kulit biji jambu mete tersebut terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran yang menempel kemudian dikeringudarkan.

2. Modifikasi Alat

Tungku yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum yang mempunyai volume $\pm 0,103 \text{ m}^3$ (Gambar 1). Tungku ini terdiri atas 4 bagian yaitu:

- a. Badan drum yang dibuka salah satu ujungnya.
- b. Tutup tungku atas
- c. Cerobong asap dan penutupnya
- d. Lubang udara pada badan dan alas drum.

Badan drum memiliki tinggi 65 cm dan diameter 45 cm. Tutup tungku atas dilubangi pada bagian tengah dengan diameter 10 cm dan dihubungkan dengan cerobong asap yang berdiameter 10 cm dan tinggi 30 cm. Cerobong asap dibuat dari seng atau bahan metal lainnya. 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 26 cm. setiap baris lubang disusun melingkar dengan jarak yang sama. Sedangkan lubang udara alas drum berjumlah 35 dimana 13 lubang pada pusat drum dan 22 lubang melingkari alas. Lubang udara ini berdiameter 13 mm.

3. Cara Pengarangan

Proses pengarangan dengan menggunakan tungku drum adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum contoh uji dimasukkan ke dalam drum, terlebih dahulu masukkan rang yang berdiameter 10 cm setinggi drum dan ditempatkan tegak lurus pada tengah atau pusat drum kemudian mengisi drum dengan contoh sampai penuh
- b. 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
- c. Jika pembakaran telah berlangsung dan diperkirakan apinya tidak akan mati maka drum ditutup dan selanjutnya dipasang cerobong asap hal ini dilakukan agar lebih mengarahkan asap hasil pembakaran yang keluar setelah pembakaran bahan baku berjalan
- d. Selanjutnya dilakukan pengaturan lubang udara berdasarkan pengamatan terbakarnya contoh terlihat dari lubang udara pada drum
- e. Apabila pada lubang terdekat dengan lubang pembakaran terlihat bahan sudah terbakar maka lubang udara tersebut ditutup dengan tanah liat, demikian selanjutnya sampai pada lubang terakhir
- f. 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 ini umumnya 8 - 13 jam.

- g. Untuk memulai proses pendinginan, di bagian atas penutup tungku diberi pasir atau tanah serta cerobong asap ditutup dengan kain basah sehingga tidak ada udara yang masuk ataupun keluar. Proses pendinginan umumnya berlangsung 4 – 5 jam. Apabila sudah dingin maka tutup tungku kemudian dibuka dan hasilnya dipisahkan antara arang dan abunya.

D. Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati berdasarkan SNI 01-1682-1996 adalah kadar air, zat mudah menguap pada pemanasan 950°C, kadar abu, benda asing, warna, dan nilai kalor untuk keperluan penggunaan lebih lanjut.

1. Kadar Air

Kehilangan berat pada pemanasan 105°C dianggap sebagai air yang terdapat pada contoh. Cara kerja yaitu menimbang dengan seksama 1 – 2 gram pada sebuah botol timbang bertutup yang telah diketahui beratnya. Ratakan contoh kemudian masukkan ke dalam lemari pengering dengan suhu 105°C-110°C selama 2 jam. Setelah itu dinginkan dalam desikator. Kemudian timbang, ulangi pekerjaan ini hingga beratnya tetap. Persen kadar air tiap contoh dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$$

Dimana :

W_1 = Berat Contoh Kering Udara (g)

W_2 = Berat Kering Tanur (g)

2. Kadar Zat Mudah Menguap (*Volatile*) pada Pemanasan 950°C

Kehilangan berat pada pemanasan tanpa oksigen 950°C dihitung sebagai bagian yang hilang. Cara kerja yaitu menimbang dengan seksama 1 – 2 gram contoh yang telah dihaluskan sampai 325 mesh ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui beratnya. Di atas cawan tersebut letakkan lagi cawan lain yang sudah diketahui beratnya, sehingga contoh berada di antara kedua cawan. Panaskan contoh pada 950°C dalam tanur selama 7 menit. Kemudian dinginkan dalam desikator, lalu timbang. Kadar zat mudah menguap dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$M = \frac{X - Y}{X} \times 100 \%$$

Dimana :

X = Berat Contoh Kering Udara (g)

Y = Berat Contoh Setelah Pemanasan (g)

M = Kadar zat mudah menguap (%)

3. Kadar Abu

Sisa pengabuan pada suhu tinggi, dihitung sebagai abu yang terdapat dalam contoh. Cara kerja yaitu menimbang dengan seksama 1 - 2 gram contoh ke dalam sebuah cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Abukan contoh pelan-pelan, setelah semua arang hilang pindahkan dalam tanur pada suhu 800°C – 900°C sampai pengabuan sempurna. Dinginkan dalam desikator, lalu timbang sampai berat tetap. Kadar abu ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{A}{B} \times 100 \%$$

Di mana :

A = Berat Contoh setelah diabukan (g)

B = Berat Contoh Kering Udara (g)

4. Nilai Kalor

Pengukuran nilai kalor dilakukan dengan alat *Perioxide Bomb Calorimeter* dengan cara kerja sebagai berikut :

1. Menyiapkan sampel sebanyak 1 gram kemudian diletakkan di mangkok pembakaran.
2. Sampel kemudian dipasang kawat yang telah dihubungkan dengan elektroda-elektroda.
3. Rangkaian ini kemudian dimasukkan ke dalam silinder bom yang sebelumnya diisi/dibasahi dengan aquades sebanyak 5 ml.
4. Oksigen murni kemudian diisikan ke dalam bom silinder tersebut sampai tekanan 30 - 35 atmosfer.
5. Bom silinder tersebut dimasukkan ke dalam panci silinder yang telah diisi 2 liter aquades, kemudian memasukkan panci silinder tersebut ke dalam mantel silinder serta memasang elektroda-elektrodanya.
6. Memasang penutup mantel silinder sedemikian rupa sehingga pengaduk bisa berputar bebas dalam panci silinder yang berisi air.
7. Menginput data yang diperlukan seperti kode sampel, berat sampel dan nomor panci.

5. Rendemen

Rendemen arang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

Output = Berat arang (kg)

Input = Berat bahan baku (kg)

6. Warna

Pengamatan untuk warna arang diamati secara visual. Sesuai standar yang digunakan warna arang memiliki warna hitam merata.

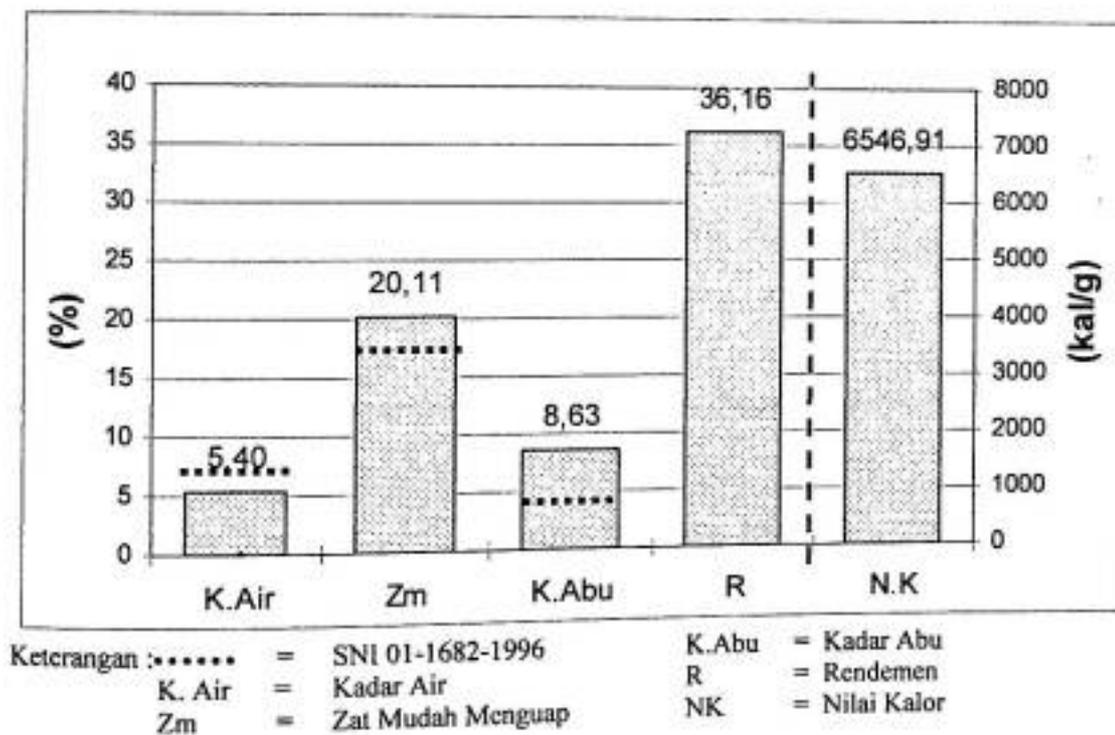
7. Benda asing

Semua benda yang tidak termasuk arang kulit biji jambu mete dan arang kulit biji jambu mete yang mentah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini meliputi nilai rata-rata kadar air, zat mudah menguap, kadar abu, rendemen dan nilai kalor yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram Rata-Rata Nilai Kadar Air, Kadar Zat Mudah Menguap, Kadar Abu, Rendemen dan Nilai Kalor Arang Kulit Biji Jambu Mete.

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar air adalah 5,72 % memenuhi SNI 01-1682-1996 yaitu maksimal 6 %, Kadar zat mudah menguap dengan nilai rata-rata 20,11 % tidak memenuhi SNI 01-1682-1996 yaitu 15 %, kadar abu dengan nilai rata-rata 8,63 % tidak memenuhi SNI 01-1682-1996 yaitu maksimal 3 % dan rendemen sebesar 36,16 %. Untuk nilai kalor diperoleh rata-rata sebesar 6546,91kal/g.

B. Pembahasan

1. Kadar Air

Hasil perhitungan nilai kadar air arang dari kulit biji jambu mete dapat dilihat pada Lampiran 2. Kadar air arang dari kulit biji jambu mete tertinggi yaitu sebesar 5,43 % sedangkan terendah yaitu 5,37 % dengan nilai rata-rata sebesar 5,40 %. Dari rata-rata kadar air arang kulit biji jambu mete yang diperoleh yaitu 5,40 %, diketahui bahwa arang tersebut memenuhi SNI 01-1682-1996 yaitu maksimal 6 %.

Pada proses pengarangan kadar air merupakan salah satu kendala yang mempengaruhi rendemen. Pada kadar air yang tinggi laju kenaikan suhu pengarangan akan terhambat lebih lama pada suhu penguapan yaitu berkisar $100^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$ (Nurhayati, 1990). Kadar air diharapkan serendah mungkin agar tidak menurunkan nilai kalor, tidak menghambat dalam penyalaan dan tidak mengeluarkan asap sehingga tidak menurunkan kualitas arang.

2. Kadar Zat Mudah Menguap

Hasil perhitungan nilai kadar zat mudah menguap arang dari kulit biji jambu mete dapat dilihat pada Lampiran 3. Kadar zat mudah menguap arang kulit biji jambu mete tertinggi yaitu 20,77 % sedangkan terendah yaitu 19,76 % dengan nilai rata-rata sebesar 20,11 %. Dari rata-rata kadar zat mudah menguap arang kulit biji jambu mete yang diperoleh yaitu 20,11 %, diketahui bahwa arang tersebut tidak memenuhi SNI 01-1682-1996 yaitu maksimal 15%.

Kadar zat mudah menguap selain dipengaruhi oleh kandungan 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 besar sehingga diperoleh arang yang mempunyai kadar zat menguap yang rendah demikian pula sebaliknya. Pada proses pengarangan dengan menggunakan metode tungku drum, ukuran bahan baku akan mempengaruhi kerapatan dan kerapatan berpengaruh pada kadar zat mudah menguap pada waktu pengarangan. Karena kerapatan bahan baku yang tinggi serta proses pengarangan yang cukup lama sehingga mengakibatkan kadar zat mudah menguap semakin tinggi dan rendemen arang yang dihasilkan semakin besar.

3. Kadar Abu

Hasil perhitungan nilai kadar abu arang dari kulit biji jambu mete dapat dilihat pada Lampiran 4. Kadar abu arang kulit biji jambu mete tertinggi yaitu 10,04 % sedangkan terendah yaitu 7,90 %. Dengan nilai rata-rata sebesar 8,63 %. Dari rata-rata kadar abu arang kulit biji jambu mete yang diperoleh yaitu 8,63 %, diketahui bahwa arang tersebut tidak memenuhi SNI 01-1682-1996 yaitu maksimal 3 %.

Persentase kadar abu arang dipengaruhi oleh kandungan mineral-mineral dengan zat anorganik-organik yang tidak dapat larut seperti kalsium, kalium, dan magnesium yang merupakan bagian terbesar daripada logam. Logam-logam ini biasanya terdapat dalam bentuk karbonat, fosfat, oksalat, sulfat, dan silika. Jika kadar abu tinggi biasanya silika merupakan unsur yang paling utama (Saripuddin, 1996 dalam Erniwati, 1997). Dumanauw (2001) mengemukakan

bahwa setelah proses pembakaran, komponen abu tertinggal setelah lignin dan holoselulosa habis terbakar.

4. Nilai Kalor

Hasil pengukuran nilai kalor arang dari kulit biji jambu mete dapat dilihat pada Lampiran 5. Nilai Kalor arang kulit biji jambu mete tertinggi yaitu 6692,46 kal/g sedangkan terendah yaitu 6299,04 kal/g. dengan rata-rata sebesar 6546,91 kal/g.

Tinggi rendahnya nilai kalor arang banyak disebabkan oleh komposisi kandungan bahan kimia dari bahan baku. Semakin sempurna proses karbonisasi, kadar karbon semakin tinggi, sedangkan kadar hidrogen dan oksigen semakin rendah. Menurut Nurhayati (1983) mengemukakan bahwa nilai kalor dipengaruhi oleh adanya variasi kadar lignin, selulosa, dan resin. Lebih lanjut dijelaskan bahwa yang sangat mempengaruhi nilai kalor adalah zat karbon, lignin, dan zat resin sedangkan selulosa tidak banyak berpengaruh. Tingginya nilai kalor juga dipengaruhi oleh kadar zat mudah menguap dan kadar abu. Semakin rendah kadar zat mudah menguap dan kadar abu maka nilai kalor akan semakin tinggi.

5. Rendemen

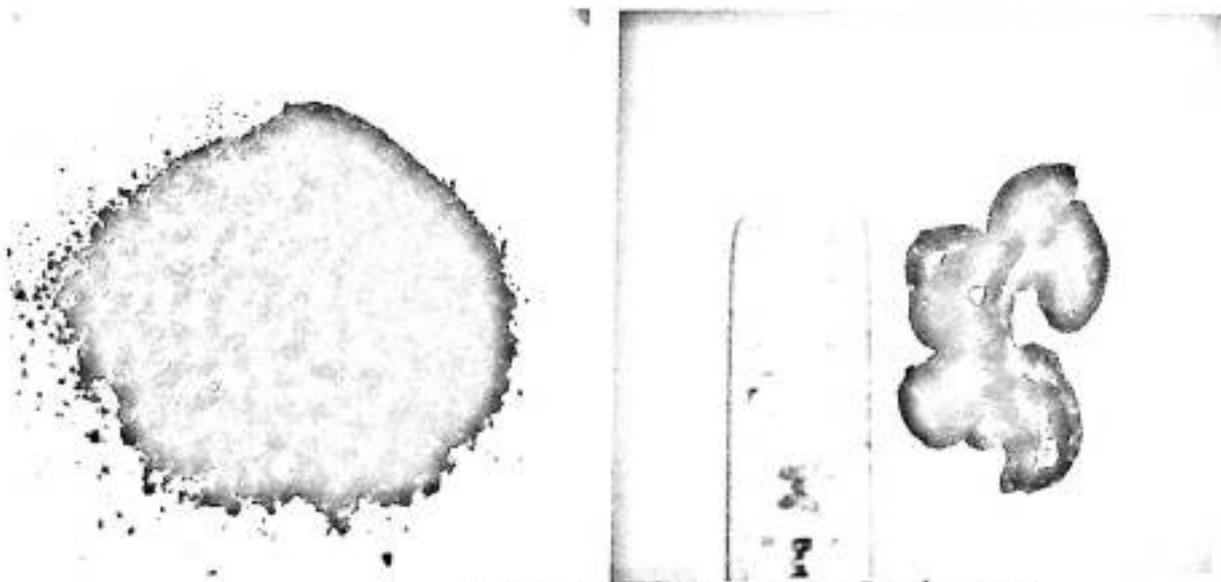
Hasil perhitungan rendemen arang dari kulit biji jambu mete dapat dilihat pada Lampiran 5. Rendemen arang kulit biji jambu mete dalam kondisi kering tanur tertinggi yaitu 38,72 % sedangkan terendah yaitu 33,36 % dengan rata-rata 36,16 %.



Rendemen arang kulit biji jambu mete yang dihasilkan cukup besar, hal ini disebabkan oleh kerapatan bahan baku dan lamanya proses pengarangan. Semakin tinggi kerapatan bahan baku dan semakin lama proses pengarangan maka rendemen arang yang dihasilkan juga semakin tinggi.

6. Warna

Hasil pengamatan dari arang kulit biji jambu mete dan pecahannya diperoleh warna hitam merata. Warna arang ini sesuai SNI 01-1682-1996 yaitu memiliki warna hitam merata. Pada proses karbonisasi yang sempurna akan dihasilkan warna arang yang hitam merata. Warna arang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Warna Arang Kulit Biji Jambu Mete dan Warna Pecahannya.

7. Benda Asing

Benda asing merupakan benda yang selain arang kulit biji jambu mete seperti arang mentah. Pada proses pengarangan kulit biji jambu mete tidak ditemukan benda asing atau arang mentah. Sehingga penelitian ini memenuhi SNI 01-1682-1996 yang menyatakan bahwa benda asing tidak boleh ada. Ini berarti proses karbonisasi telah berlangsung sempurna.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian kualitas arang kulit biji jambu mete, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kualitas arang yang dihasilkan dari kulit biji jambu mete meliputi kadar air dengan nilai rata-rata 5,40 % (memenuhi SNI 01-1682-1996), kadar zat mudah menguap rata-rata 20,11 % (tidak memenuhi SNI 01-1682-1996), kadar abu rata-rata 8,63 % (tidak memenuhi SNI 01-1682-1996), warna arang hitam merata dan tidak ditemukan benda asing (memenuhi SNI 01-1682-1996).
2. Nilai kalor rata-rata 6546,91 kal/g.
3. Rendemen arang kulit biji jambu mete yaitu rata-rata 36,16 % dan lama proses pengarangan sekitar 8-13 jam dengan jumlah bahan baku \pm 32,17 kg

B. Saran

Untuk meningkatkan kualitas arang kulit biji jambu mete maka perlu dilakukan dengan memperpanjang waktu pengarangan yang akan berpengaruh terhadap penurunan kadar zat mudah menguap

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., A. K Irwanto, N Siregar, E Agustina, A. H. Tambunan, M. Yamin, Ehartulistiyoso, dan Y. Purwanto, 1991. *Energi dan Listrik Pertanian*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Badan Standardisasi Nasional, 1996. SNI No. 01-1682. *Arang Tempurung Kelapa*. Jakarta, Indonesia.
- Cahyono, B., 2001. *Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani Jambu Mete*. Kanisius. Yogyakarta.
- David dan Robert, 1997. *Standart Method of Testing Small Clear Specimens Timber*. Serial designation D 143-52. New York. USA.
- Departemen Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, 2006. *Ekspor Bahan Bakar Mineral Meningkat 647,2 Juta Dollar AS*. Depkominfo. Jakarta Pusat, Indonesia.
- Departemen Pertanian, 1976. *Vadamecum Kehutanan Indonesia*. Direktorat Jendral Kehutanan, 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.
- _____, 2001. *Pembuatan Arang Briket dari Serbuk Gergaji dengan Proses Pengepresan*. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Pontianak.
- Direktorat Jendral Perkebunan, 2005. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta.
- Dumanauw, J. F., 2001. *Mengenal Kayu*. PIKA. Semarang.
- Erniwati, 1997. *Kualitas Briket Arang yang dibuat dari Limbah Industri Penggergajian dan Moulding*. Skripsi Sarjana Kehutanan. Fakultas Pertanian dan Kehutanan. Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Haygreen, J.G. dan J.L., Bowyer., 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Alih Bahasa: Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hartoyo, N., Hudaya dan Fadli, 1990. *Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Kayu Bakau (Rhizophora mucronata Lamk) dengan Cara Aktivasi Uap*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 8 (1): PP 8-16. Bogor.

- Hudaya, N. dan Hartoyo, 1990. *Pembuatan Arang Rendemen Tinggi dari Tempurung Kelapa dengan Kiln Drum*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol 7(4):134-138, Bogor.
- Iskandar, H. dan K.D., Santosa, 2005. *Cara Pembuatan Arang Kayu, Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu oleh Masyarakat*. Center for International Forestry Research, Bogor.
- Kirana, M., 1985. *Pengaruh Tekanan Pengempaan dan Jenis Perekat dalam Pembuatan Arang Briket dari Tempurung Kelapa*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurhayati, S. T., 1983 b. *Nilai Kalor Beberapa Jenis Kayu Indonesia dan Hubungannya dengan Berat Jenis*. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. No 169. Hal 1 – 6. Bogor
- _____, 1990. *Pembuatan Arang Empat Jenis Bambu dengan Cara Timbun*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol 6(8) 495-498. Bogor
- Oey Djoen Seng, 1990. *Berat dan Jenis-Jenis Kayu di Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu untuk Keperluan Praktek*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Pieter, S. dan Haryadi, 1994. *Budidaya Jambu Mete dan Pengupasan Gelondong*. Swadaya, Bogor.
- Rismunandar, 1986. *Memperbaiki Lingkungan dengan Bercocok Tanam Jambu Mete dan Alpukat*. Sinar Baru, Bandung.
- 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 Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Sastrahidayat, R. dan Soemarno, 1996. *Jambu Mete dan Masalahnya*. Pustaka Abadi, Malang.
- Sembiring, M.T. dan T.S., Sinaga, 2003. *Pengenalan dan Proses Pembuatan Arang Aktif*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. [Http://Library.usu.ac.id](http://Library.usu.ac.id). Akses 19 April 2007.
- Sudrajat, R dan S. Saleh, 1994. *Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif*. Bagian Proyek Penelitian dan Pengembangan Pemanfaatan Hasil HTI, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.

- Sudrajat, R., Anggorowati, D., Setiawan, 2005. *Pembuatan Arang Aktif dari Kayu Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol 23 (4):299-315
- Sumartono, 1997. *Jambu Mete*. CV Bumi Restu, Jakarta.
- Ufi, M.N., 2007. *Pemanfaatan Limbah Daun Kelapa Sawit sebagai Briket Bahan Bakar Alternatif*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Wilson. R. J., 1975. *The Market for Cashew Nut Kernel and Cashew Nut Shell Liquid - Part one*. Production, Processing of and Trade in Raw Cashew Nut. In : Tropical Product Institute, London.

Lampiran 1. Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Kadar Air Bahan dari Kulit Biji Jambu Mete.

No.	Berat Awal (g)	Berat Kering Tanur (g)	Kadar Air (%)
J.M I.a	10,00	8,87	11,30
J.M I.b	9,12	8,05	11,73
J.M I.c	10,90	9,52	12,66
Rata-rata 1			11,89
J.M II.a	11,24	10,07	10,41
J.M II.b	11,35	9,72	14,36
J.M II.c	8,62	7,88	8,58
Rata-rata 2			11,12
J.M III.a	10,54	9,07	13,95
J.M III.b	11,75	10,35	11,91
J.M III.c	10,23	8,98	12,22
Rata-rata 3			12,69
Rata-rata			11,9

Keterangan :

- J.M.I.1 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 1
- J.M.I.2 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 2
- J.M.I.3 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 3
- J.M.II.1 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 1
- J.M.II.2 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 2
- J.M.II.3 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 3
- J.M.III.1 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 1
- J.M.III.2 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 2
- J.M.III.3 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 3

Lampiran 2. Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Kadar Air Arang dari Kulit Biji Jambu Mete.

No,	Berat Cawan (g)	Berat Awal (g)	Berat Cawan + BKT (g)	BKT (g)	Kadar Air (%)
J,M I,a	23,26	1,86	25,04	1,78	4,30
J,M I,b	23,10	1,83	24,84	1,74	4,92
J,M I,c	21,46	1,88	23,21	1,75	6,91
Rata-rata 1					5,38
J,M II,a	24,26	1,87	26,02	1,76	5,88
J,M II,b	22,81	1,80	24,50	1,69	6,11
J,M II,c	22,68	1,86	24,46	1,78	4,30
Rata-rata 2					5,44
J,M III,a	20,66	1,76	22,36	1,70	3,41
J,M III,b	24,21	1,80	25,91	1,70	5,56
J,M III,c	21,33	1,82	23,02	1,69	7,14
Rata-rata 3					5,37
Rata-rata					5,40

Keterangan :

- BKT = Berat Kering Tanur
- J.M.I.1 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 1
- J.M.I.2 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 2
- J.M.I.3 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 3
- J.M.II.1 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 1
- J.M.II.2 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 2
- J.M.II.3 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 3
- J.M.III.1 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 1
- J.M.III.2 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 2
- J.M.III.3 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 3

Lampiran 3. Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Kadar Zat Mudah Menguap Arang dari Kulit Biji Jambu Mete.

No,	Berat Cawan 1 (g)	Berat Cawan 2 (g)	Berat sampel (g)	BC + Zat Menguap (g)	BZM (g)	Kadar ZM (%)
J.M I.1	24,67	21,34	1,64	47,30	1,29	21,34
J.M I.2	23,37	22,22	1,66	46,92	1,33	19,88
J.M I.3	24,13	23,49	1,66	48,93	1,31	21,08
Rata-rata 1						20,77
J.M II.1	22,20	23,36	1,65	46,88	1,32	20,00
J.M II.2	24,67	23,77	1,64	49,76	1,32	19,51
J.M II.3	21,42	23,34	1,66	46,09	1,33	19,88
Rata-rata 2						19,80
J.M III.1	21,43	20,66	1,67	43,43	1,34	19,76
J.M III.2	21,30	24,65	1,64	47,28	1,33	18,90
J.M III.3	22,63	22,14	1,65	46,08	1,31	20,61
Rata-rata 3						19,76
Rata-rata						20,11

Keterangan :

- BC = Berat Cawan
- BZM = Berat Zat Menguap
- J.M.I.1 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 1
- J.M.I.2 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 2
- J.M.I.3 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 3
- J.M.II.1 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 1
- J.M.II.2 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 2
- J.M.II.3 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 3
- J.M.III.1 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 1
- J.M.III.2 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 2
- J.M.III.3 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 3

Lampiran 4. Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Kadar Abu Arang dari Kulit Biji Jambu Mete

No.	Berat Sampel	Berat Cawan	BC + Berat Abu (g)	Berat Abu (g)	Kadar Abu (%)
J.M I.1	1,86	23,26	23,40	0,14	7,53
J.M I.2	1,83	23,10	23,25	0,15	8,20
J.M I.3	1,88	21,46	21,61	0,15	7,98
Rata-rata 1					7,90
J.M II.1	1,87	24,26	24,40	0,14	7,49
J.M II.2	1,80	22,81	22,95	0,14	7,78
J.M II.3	1,86	22,68	22,84	0,16	8,60
Rata-rata 2					7,96
J.M III.1	1,76	20,66	20,84	0,18	10,23
J.M III.2	1,80	24,21	24,38	0,17	9,44
J.M III.3	1,82	21,33	21,52	0,19	10,44
Rata-rata 3					10,04
Rata-rata					8,63

Keterangan :

- BC = Berat Cawan
- J.M.I.1 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 1
- J.M.I.2 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 2
- J.M.I.3 = Jambu Mete untuk pembakaran I dan ulangan 3
- J.M.II.1 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 1
- J.M.II.2 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 2
- J.M.II.3 = Jambu Mete untuk pembakaran II dan ulangan 3
- J.M.III.1 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 1
- J.M.III.2 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 2
- J.M.III.3 = Jambu Mete untuk pembakaran III dan ulangan 3

Lampiran 5. Hasil Pembuatan Arang Kulit Biji Jambu Mete

No	Keterangan	Pembakaran		
		1	2	3
1	Input Bahan Kering udara (kg)	31,00	33,00	32,50
2	Output Bahan Kering Udara (kg)	10,50	12,00	10,00
3	Input Bahan Kering Tanur (kg)	27,31	29,33	28,38
4	Output Bahan Kering Tanur (kg)	9,94	11,35	9,46
5	Kadar Air Bahan (%)	11,89	11,12	12,69
6	Kadar Air Arang (%)	5,38	5,43	5,37
7	Kadar Zat Mudah Menguap (%)	20,77	19,80	19,76
8	Kadar Abu (%)	7,90	7,96	10,04
9	Rendemen (%)	36,39	38,69	33,39
10	Lama Pengarangan	10 jam 30 menit	12 jam 30 menit	8 jam 15 menit
11	Lama Pendinginan	4 jam 15 menit	4 jam 35 menit	4 jam
12	Nilai Kalor (Caloriffy Value) cal/g	6649,24	6692,46	6299,04