

PEMBUATAN BRIKET ARANG DARI CAMPURAN KAYU, BAMBU, SABUT KELAPA DAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF

(The Manufacture of Charcoal Briquette from the Mixture of Wood, Bamboo, Coconut Husks and Coconut Shell for Alternative Energy Source)

Oleh / By :

Djeni Hendra¹⁾

ABSTRACT

This article looked into the research results of manufacturing charcoal briquette from the mixture of wood, bamboo, coconut husks and coconut shell. The carbonization of the wastes into charcoal took place in the modified drum kiln. The resulting charcoal was crushed into small sized particles, and then sieved with 30 - 40 mesh screen. The particles passing through the screen was mixed with tapioca binder with 5% content. The mixture was subsequently pressed and shaped into briquette using a hydraulic manual system at 30 ton pressure. Afterwards, the resulting charcoal briquette was dried in an oven at 80 °C for 24 hours.

The charcoal briquette in general revealed satisfactory physico-chemical properties with regard to its possible uses as alternative energy source, i.e. moisture content ranging about 2.59 - 9.31%, ash content 1.75 - 10.47%, volatile matter 13.45 - 19.89%, fixed carbon content 67.17 - 75.75%, density 0.32 - 0.71 gram/cm³, compressive strength 6.57 - 18.19 kg/cm², and calorific value 5,953 - 6,906 cal/gram.

Keywords: Charcoal briquette, municipal organic wastes, modified drum kiln, tapioca Binder, physico-chemical properties.

ABSTRAK

Dalam tulisan ini dikemukakan hasil penelitian pembuatan briket arang dari campuran kayu, bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa. Proses pengarangan dilakukan dengan menggunakan tungku drum hasil modifikasi. Arang yang diperoleh kemudian digiling sampai berbentuk serbuk kemudian disaring menggunakan saringan 30 - 40 mesh. Arang yang lolos saringan selanjutnya dicampur dengan perekat tapioka kadar 5%. Bahan baku dikempa menggunakan sistem hidrolik manual pada tekanan 30 ton sampai menjadi briket arang, selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 80 °C selama 24 jam.

Briket arang yang dihasilkan pada umumnya dapat menghasilkan sifat fisis dan kimia yang lebih baik jika dibandingkan dengan kualitas bahan bakunya. Kadar air berkisar antara 2,59 - 9,31%, kadar abu 1,75 - 10,47%, kadar zat menguap 13,45 - 19,89%, kadar karbon terikat 67,17 - 75,75%, kerapatan 0,32 - 0,71 g/cm³, keteguhan tekan 6,57 - 18,19 kg/cm², dan nilai kalor bakar berkisar antara 5.953 - 6.906 kJ/g.

Kata kunci: Briket arang, sampah organik perkotaan, tungku drum hasil modifikasi, tepung tapioka, sifat fisik dan kimia

¹⁾ Peneliti pada Pusat Litbang Hasil Hutan

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan permintaan energi semakin meningkat pula. Sektor energi memiliki peran penting dalam rangka mendukung kelangsungan proses pembangunan nasional (Lubis dan Sugiyono, 1996). Energi sebagian besar digunakan pada sektor rumah tangga, industri dan transportasi, sedangkan cadangan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara yang selama ini merupakan sumber utama energi jumlahnya semakin menipis (Indarti, 2001). Hal ini menyebabkan timbulnya kekhawatiran akan terjadinya kelangkaan bahan bakar di masa yang akan datang. Dengan demikian perlu diupayakan sumber energi alternatif lain yang berasal dari bahan baku yang bersifat kontinyu dan dapat diperbaharui seperti energi biomassa.

Departemen Pekerjaan Umum (1999) dalam Abdullah (2002) menyatakan bahwa sampah yang dihasilkan di kota-kota besar seperti di Medan, Bandung, Semarang, Surabaya dan Jakarta bervariasi antara 0,458 - 3,5 kg limbah/orang /hari. Jenis sampah dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu sampah anorganik dan organik. Sampah organik antara lain sampah dapur, ranting-ranting pohon, daun, kayu, bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu upaya dalam rangka penyediaan energi alternatif sekaligus menjadi alternatif penanggulangan sampah perkotaan adalah dengan memanfaatkan limbah organik perkotaan tersebut sebagai bahan baku pembuatan briket arang.

Dalam tulisan ini disajikan hasil penelitian tentang pemanfaatan sampah organik perkotaan sebagai bahan baku pembuatan briket arang, diharapkan dapat membantu meningkatkan kebersihan kota dan membuka lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat. Sasarannya untuk mengetahui pengaruh perbedaan komposisi bahan baku terhadap sifat fisis dan kimia briket arang yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, kerapatan, keteguhan tekan dan nilai kalor bakar.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

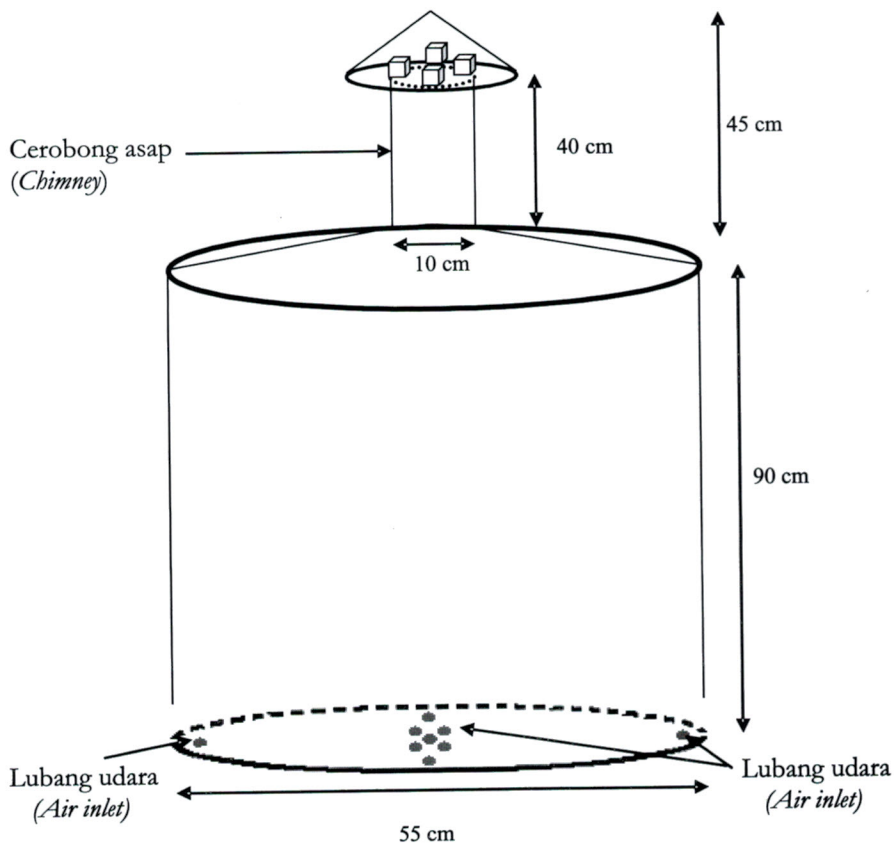
Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini, adalah kayu, bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa yang diperoleh dari beberapa pasar yang ada di daerah kota Bogor. Sebagai bahan perekat digunakan perekat dari tapioka (kanji) dengan kadar 5%. Sedangkan peralatan yang digunakan antara lain tungku drum hasil modifikasi, alat kempa briket manual 30 ton/16 lubang, kalorimeter bomb, tanur dan oven.

B. Metode Penelitian

1. Pembuatan arang

Bahan baku kayu, bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa dibuat arang dengan menggunakan tungku drum hasil modifikasi yang terbuat dari drum bekas pakai volume 200 liter (Gambar 1). Tungku drum hasil modifikasi terdiri dari empat bagian yaitu badan drum

yang dibuka salah satu ujungnya, tutup tungku atas, cerobong asap dan lubang udara pada bagian bawah drum. Lubang udara pada bagian bawah drum berfungsi sebagai tempat pembakaran pertama, selanjutnya limbah organik perkotaan yang berupa papan kayu dipotong-potong kecil (maksimum 20 cm) sedangkan bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa bisa langsung dimasukkan ke dalam tungku drum (proses pengarangan per jenis bahan baku), selanjutnya dinyalakan dengan cara membakarnya melalui lubang udara dengan bantuan umpan ranting kayu ($\pm 2,5$ kg). Sesudah bahan baku menyala dan diperkirakan tidak akan padam, maka cerobong asap dipasang dan lubang udara ganjalnya diturunkan menjadi ± 4 cm. Pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari cerobong sudah menipis dan berwarna kebiru-biruan, selanjutnya tungku diturunkan sejajar dengan tanah dan cerobong asap ditutup rapat.



Gambar 1. Tungku arang dari drum oli yang modifikasi
Figure 1. Charcoal kiln from modified of drum oil

2. Pembuatan briket arang

Arang hasil pengarangan dari bahan baku kayu, bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa ditumbuk atau digiling dengan alat penggiling yang kemudian disaring dengan alat pengayak ukuran 30 - 40 mesh. Serbuk arang yang lolos seluruhnya digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan briket arang. Briket arang dibuat dengan menggunakan serbuk arang dari tiap jenis bahan baku, selanjutnya beberapa jenis bahan baku dicampur sehingga terdapat variasi komposisi bahan baku dalam pembuatan briket arang. Campuran bahan baku briket arang dibuat dengan perbandingan komposisi 1 : 1. Variasi komposisi bahan baku arang adalah sebagai berikut :

K	:	Kayu
B	:	Bambu
S	:	Sabut kelapa
T	:	Tempurung kelapa
CKB	:	Campuran kayu dan bambu
CKS	:	Campuran kayu dan sabut kelapa
CKT	:	Campuran kayu dan tempurung kelapa
CBS	:	Campuran bambu dan sabut kelapa
CBT	:	Campuran bambu dan tempurung kelapa
CST	:	Campuran sabut dan tempurung kelapa
CKBST	:	Campuran kayu, bambu, sabut dan tempurung kelapa

Serbuk arang hasil penggilingan dibuat adonan dengan perekat tapioka yang telah disiapkan dengan kadar perekat sebesar 5% dari berat serbuk arang. Adonan tersebut selanjutnya dimasukan ke dalam cetakan briket dan dikempa pada tekanan 30 ton/16 lubang. Briket arang yang dihasilkan dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 24 jam atau dijemur sampai kering. Proses pembuatan briket arang tercantum pada Gambar 2.

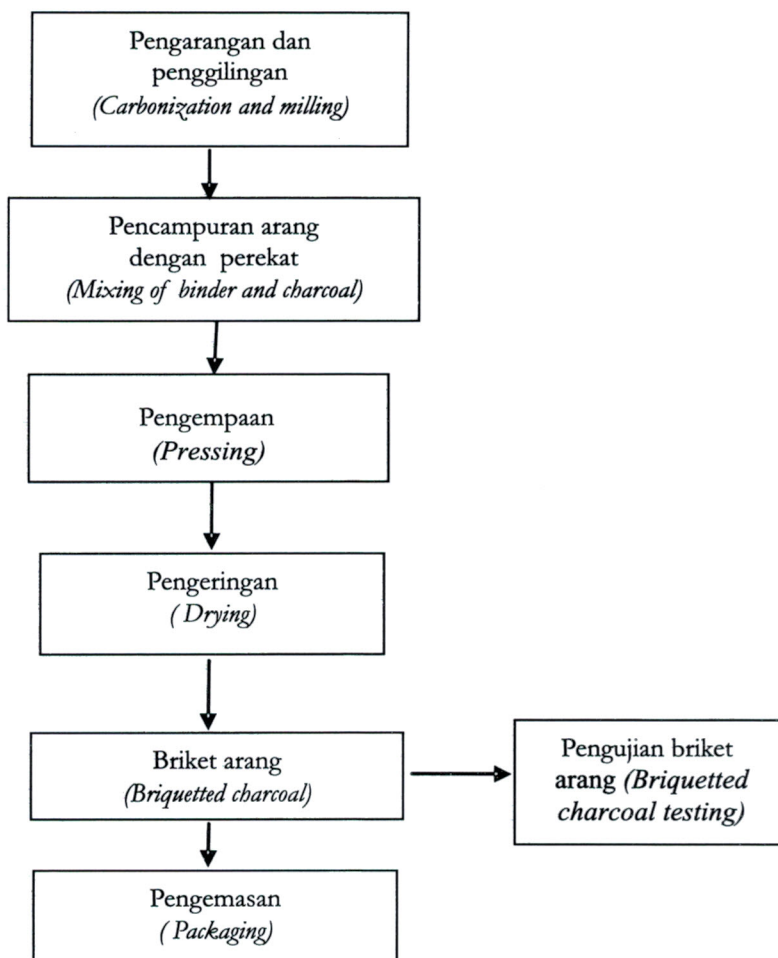
3. Pengujian kualitas briket arang

Kualitas briket arang yang dihasilkan di uji kualitasnya berdasarkan persyaratan ASTM (Anonim, 1984) yang meliputi penetapan kadar air, kadar abu, zat terbang, kadar karbon terikat dan nilai kalor bakar, sedangkan kerapatan briket arang di uji berdasarkan persyaratan ASTM (Anonim, 1959). Untuk mengetahui kualitas briket arang yang dihasilkan menggunakan rancangan acak lengkap satu faktorial dengan 11 taraf perlakuan berupa perbedaan jenis bahan baku. Masing-masing perlakuan diuji dengan dua kali ulangan. Model yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut :

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

Dimana: Y_{ij} = Angka perlakuan jenis bahan baku ke-i dan ulangan ke-j; μ = Rata-rata pengamatan; τ_i = Pengaruh perlakuan jenis bahan baku ke-i; ϵ_{ij} = Pengaruh acak perlakuan jenis bahan baku ke-i dan ulangan ke-j

Untuk mengetahui hubungan antara masing-masing perlakuan yang diberikan maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan.



Gambar 2. Diagram urutan pembuatan briket arang
Figure 2. Flow diagram of briquetted charcoal manufacturing

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan arang pada tungku drum hasil modifikasi dari masing-masing bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini (Tabel 1), menghasilkan arang dengan rendemen berkisar antara 14,81 - 23,07%, kadar air 0,39 - 2,53%, kadar abu 1,72 - 10,37%, kadar zat mudah menguap 22,11 - 23,09%, kadar karbon terikat 67,52- 75,09% dan nilai kalor bakar 5267 - 6184 kal/g.

Tabel 1. Sifat arang dari kayu, bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa
Table 1. Properties of wood, bamboo, coconut husks and coconut shell charcoals

No	Sifat (<i>Properties</i>)	Kayu (<i>Wood</i>)	Bambu (<i>Bamboo</i>)	Sabut kelapa (<i>Coconut husks</i>)	Tempurung kelapa (<i>Coconut shell</i>)
1.	Rendemen (<i>Yield</i>), %	22,42	21,67	14,81	23,07
2.	Kadar air (<i>Moisture content</i>),	0,39	2,52	1,56	2,53
3.	Kadar abu (<i>Ash content</i>), %	2,77	5,75	10,37	1,72
4.	Kadar zat mudah menguap (<i>Volatile matter</i>), %	23,01	23,00	22,11	23,09
5.	Kadar karbon terikat (<i>Fixed carbon</i>), %	74,22	71,23	67,52	75,09
6.	Nilai kalor (<i>Calor value</i>), kal/g	5945	5785	5267	6184

Dari bahan baku arang (Tabel 1) dihasilkan briket arang dengan sifat fisis dan kimia seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil rata-rata sifat fisis dan kimia briket arang
Table 2. Result of average of briquetted charcoal's physical and mechanical properties

Bahan baku (<i>Raw material</i>)	Sifat briket arang (<i>Briquetted charcoal properties</i>)						
	K.air (%)	K.abu (%)	K.zm (%)	K.kt (%)	Krpt (g/cm ³)	Kt (kg/cm ²)	Nkb (kal/g)
K	4,19	2,66	18,62	74,51	0,34	9,51	6648
B	5,61	5,59	17,33	71,45	0,50	13,11	6356
S	6,07	10,47	16,27	67,17	0,32	8,77	5953
T	5,55	1,75	16,93	75,75	0,71	17,78	6894
CKB	7,33	4,16	16,13	72,37	0,45	12,01	6694
CKS	9,20	6,11	16,24	68,44	0,38	6,57	6709
CKT	2,59	2,48	19,89	75,02	0,49	15,86	6735
CBS	9,31	7,52	13,45	69,71	0,45	8,37	6043
CBT	5,56	3,66	15,85	74,95	0,59	18,19	6906
CST	7,05	5,88	16,00	71,05	0,50	12,95	6314
CKBST	4,05	4,62	19,69	71,63	0,46	9,55	6338

Keterangan (*Remarks*): K = Kayu (*Wood*), B = Bambu (*Bamboo*), S = Sabut kelapa (*Coconut husks*), T = Tempurung kelapa (*Coconut shell*), C = Campuran (*Mixs*), K.air (%) = Kadar air (*Moisture content*, %), K.abu (%) = Kadar abu (*Ash content*, %), K.zm (%) = Kadar zat menguap (*Volatile matter*, %), K.kt (%) = Kadar karbon terikat (*Fixed carbon*, %), Krpt (g/cm³) = Kerapatan (*Density*, g/cm³), Kt (kg/cm²) = Keteguhan tekan (*Compressive strenght*, kg/cm²), Nkb (kal/g) = Nilai kalor bakar (*Calor value*, cal/g).

A. Kadar Air

Pada Tabel 2 terlihat bahwa kadar air terendah sebesar 2,59% diperoleh dari briket arang dengan perlakuan campuran kayu dan tempurung kelapa, sedangkan tertinggi diperoleh dari briket arang dengan perlakuan campuran bambu dan sabut kelapa sebesar 9,31%. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3) menunjukkan bahwa faktor jenis bahan baku berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air briket arang yang dihasilkan. Hasil Uji beda Duncan (Tabel 4), memperlihatkan bahwa briket arang dari bahan baku CKT, CKBST, dan K memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku S, CST, CKB, CKS dan CBS. Sedangkan briket arang dari bahan baku S dan CST, memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CKS dan CBS. Kadar air yang tinggi disebabkan oleh sifat partikel arang yang bersifat higroskopis terhadap air dari udara sekelilingnya, selain itu bahan baku briket arang yang memiliki kerapatan rendah seperti arang sabut kelapa dan kayu yang mempunyai berat jenis rendah dapat lebih mudah menyerap udara yang lembab dari sekelilingnya sehingga dapat menyebabkan tingginya kadar air briket arang yang dihasilkan.

Kadar air briket arang yang dihasilkan berkisar antara 2,59 - 9,31%. Hasil ini bila dibandingkan dengan kadar air hasil analisis kualitas briket arang Jepang, Inggris, Amerika dan Indonesia, maka kadar air briket arang hasil penelitian, sebagian telah memenuhi persyaratan kualitas briket arang Jepang (6 - 8%), Amerika (6%), dan Indonesia 7,57%, tetapi belum memenuhi persyaratan kualitas briket arang Inggris yaitu sebesar 3 - 4% (Tabel 6).

Tabel 3. Ringkasan sidik ragam sifat kualitas briket arang

Table 3. Summarized analysis of variance on properties of briquetted charcoal

No.	Sifat (Properties)	Perlakuan (Treatment)	Kuadrat tengah (Mean square)	F-hitung (F-calculated)
1.	Kadar air (Moisture content), %	A	8,657	16,46**
2.	Kadar abu (Ash content), %	A	12,73	240,96**
3.	Kadar zat menguap (Volatile matter), %	A	7,03	5,15**
4.	Kadar karbon terikat (Fixed carbon), %	A	16,18	21,65**
5.	Karapatan (Density), g/cm ³	A	0,024	97,97**
6.	Keteguhan tekan (Compressive strength), kg/cm ²	A	30,84	27,11**
7.	Nilai kalor bakar (Calor value), cal/g	A	213463,22	217,92**

Keterangan (Remarks): A = Komposisi bahan baku briket arang

** = Sangat nyata (Highly significant)

B. Kadar Abu

Kadar abu yang dihasilkan berkisar antara 1,75 - 10,47% (Tabel 2). Kadar abu terendah terdapat pada briket arang dari tempurung kelapa sebesar 1,75%, sedangkan kadar abu tertinggi terdapat pada briket arang dari arang sabut kelapa sebesar 10,47%. Nilai kadar abu ini jika dibandingkan dengan kualitas briket arang Amerika (18%), Jepang (3 - 6%), Inggris (8 - 10%) dan Indonesia (5,51%) kadar abunya tidak jauh berbeda (Tabel 6). Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3), menunjukkan bahwa faktor jenis bahan baku berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu briket arang yang dihasilkan. Hasil uji beda Duncan (Tabel 4), ternyata bahwa briket arang dari bahan baku T memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CKT, K, CBT, CKB, CKBST, B, CST, CKS, CBS dan S. Briket arang dari bahan baku CKT memberikan hasil beda nyata dengan briket arang dari bahan baku CBT, CKB, CKBST, B, CST, CKS, CBS, dan S. Briket arang dari bahan baku CBT memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CKBST. Briket arang dari bahan baku CKB memberikan hasil beda nyata dengan briket arang dari bahan baku B, CST, CKS, CBS, dan S. Briket arang dari bahan baku B, CST, dan CKS memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku Briket arang dari bahan baku BS memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku S.

Faktor jenis bahan baku sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kadar abu briket arang yang dihasilkan. Hal ini dikarena bahan baku yang digunakan memiliki komposisi kimia dan jumlah mineral yang berbeda-beda sehingga mengakibatkan kadar abu briket arang yang dihasilkan berbeda pula (Hendra dan Winarni, 2003).

C. Kadar Zat Menguap

Dari Tabel 2 terlihat bahwa kadar zat menguap briket arang berkisar antara 13,45 - 19,89%. Kadar zat menguap terendah (13,45%) terdapat pada briket arang dari campuran bambu dan sabut kelapa, sedangkan kadar zat menguap tertinggi (19,89%) terdapat pada briket arang dari campuran kayu dan tempurung kelapa.

Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3), menunjukkan bahwa faktor jenis bahan baku berpengaruh nyata terhadap kadar zat menguap briket arang yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji beda Duncan (Tabel 4), menunjukkan bahwa briket arang dari bahan baku CBS, memberikan hasil beda nyata dengan briket arang dari bahan baku T, B, K, CKBST dan CKT. Briket arang dari bahan baku CBT, CST, CKB, CKS dan S memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CKBST dan CKT. Briket arang dari bahan baku T memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CKT.

Tinggi rendahnya kadar zat menguap briket arang yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan baku, sehingga perbedaan jenis bahan baku berpengaruh nyata terhadap kadar zat menguap briket arang. Kandungan kadar zat menguap yang tinggi akan menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat briket arang dinyalakan, hal ini disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol yang ada pada arang (Hendra dan Pari 2000).

D. Kadar Karbon Terikat

Pada Tabel 2 terlihat bahwa kadar karbon terendah dihasilkan oleh briket arang dari sabut kelapa (67,17%), sedangkan kadar karbon terikat tertinggi terdapat pada briket arang dari tempurung kelapa (75,75%). Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3) memperlihatkan bahwa faktor jenis bahan baku berpengaruh sangat nyata terhadap kadar karbon terikat briket arang yang dihasilkan. Hasil uji beda Duncan (Tabel 4), menunjukkan bahwa briket arang dari bahan baku CKS, memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CBS, CST, B, KSBT, CKB, K, CBT, CKT dan T. Briket arang dari bahan baku CKS, memberikan hasil beda nyata dengan briket arang dari bahan baku CST, B, CKBST, CKB, K, CBT, CKT dan T. Briket arang dari bahan baku CST, B, CKBST, dan CKB memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CK, CBT, CKT, dan T.

Kadar karbon terikat yang dihasilkan berkisar antara 67,17 - 75,75 %, hasil ini telah memenuhi persyaratan kualitas briket arang Jepang (60 - 80 %), Amerika (58 %), dan sebagian kualitas briket arang Inggris (75%). Jika dibandingkan dengan kualitas briket arang dari Indonesia (78,35 %) maka mutunya tidak jauh berbeda (Tabel 5).

E. Kerapatan

Pada Tabel 2 menunjukan bahwa kerapatan terendah dihasilkan oleh briket arang dari sabut kelapa (S) dengan nilai kerapatan sebesar $0,32 \text{ g/cm}^3$, kerapatan tertinggi dihasilkan oleh briket arang dari tempurung kelapa sebesar $0,71 \text{ g/cm}^3$. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3), memperlihatkan bahwa faktor jenis bahan baku berpengaruh pada nilai kerapatan briket arang yang dihasilkan. Hasil uji beda Duncan (Tabel 4), menunjukan bahwa briket arang dari bahan baku S, memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CKB, CBS, CKBST, CKT, B, CST, CBT, dan T. Briket arang dari K dan CKS memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari CKT, B, CST, CBT, dan T.

Perbedaan jenis bahan baku sangat mempengaruhi besarnya nilai kerapatan briket arang yang dihasilkan. Bahan baku yang mempunyai kerapatan tinggi akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan tinggi, sedangkan bahan baku yang mempunyai kerapatan rendah akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan yang rendah, sesuai dengan hasil penelitian Sudrajat (1984) yang menyatakan bahwa kayu yang mempunyai berat jenis tinggi akan menghasilkan arang dengan kerapatan yang tinggi, sedangkan kayu yang kerapatan rendah akan menghasilkan arang dengan kerapatan yang rendah pula. Kerapatan briket arang yang dihasilkan berkisar antara $0,32 - 0,71 \text{ g/cm}^3$. Hasil ini sebagian telah memenuhi persyaratan kualitas briket arang Indonesia ($0,4407 \text{ g/cm}^3$), tetapi belum memenuhi persyaratan kualitas briket arang Jepang ($1 - 2 \text{ g/cm}^3$), Inggris ($0,84 \text{ g/cm}^3$), dan Amerika sebesar 1 g/cm^3 (Tabel 6).

Tabel 4. Ringkasan uji beda Duncan
Table 4. Summarized Duncan test

Bahan Baku (Raw material)	K. Air (%)	Uji Duncan K. Air (%)	K. Abu (%)	Uji Duncan K. Abu (%)	K. Zm (%)	Uji Duncan K. Zm (%)	K. kt (%)	Uji Duncan K. kt (%)	K. rpt (g/cm ³)	Uji Duncan K. rpt (g/cm ³)	Kt (kg/cm ²)	Uji Duncan Kt (kg/cm ²)	Nkb (kal/g)	Uji Duncan Nkb (kal/g)
K	4,19	A	2,66	B	18,62	BCD	74,51	E	0,34	AB	9,51	B	6.647,56	D
B	5,61	AB	5,59	E	17,33	BCD	71,45	CD	0,50	CD	13,10	C	6.355,83	C
S	6,07	BC	10,47	G	16,27	AB	67,17	A	0,32	A	8,77	AB	5.952,81	A
T	5,55	AB	1,75	A	16,93	BC	75,75	E	0,71	F	17,18	D	6.894,27	F
CKB	7,33	C	4,16	CD	16,13	AB	72,37	D	0,45	BC	12,01	C	6.693,81	DE
CKS	9,20	D	6,11	E	16,24	AB	68,44	AB	0,38	AB	6,57	A	6.709,08	DE
CKT	2,59	A	2,48	B	19,89	D	75,02	E	0,49	CD	15,86	D	6.735,14	E
CBS	9,31	D	7,52	F	13,45	A	69,71	BC	0,45	BC	8,37	AB	6.042,94	B
CBT	5,56	AB	3,66	C	15,82	AB	74,95	E	0,59	E	18,19	D	6.905,52	F
CST	7,05	BC	5,88	E	16,00	AB	71,05	CD	0,50	D	12,95	C	6.314,01	C
CKBST	4,05	A	4,62	D	19,69	CD	71,63	CD	0,46	BC	9,55	B	6.338,42	C

Keterangan (Remarks): K = Kayu (Wood), B = Bambu (Bamboo), S = Sabut kelapa (Coconut husk), T = Tempurung kelapa (Coconut shell), C = Campuran (Mix), K. Air = Kadar air (Moisture content, %), K. Abu = Kadar abu (Ash content, %), K. Zm = Kadar zat menguap (Volatile matter, %), K. kt = Kadar karbon terikat (Fixed carbon, %), K. rpt = Kerapatan (Density, g/cm³), Kt = Keteguhan tekan (Compressive strength, kg/cm²), Nkb = Nilai kalor bakar (Calor value, cal/g), Uji Duncan (Duncan test)

Tabel 5. Sifat fisis dan kimia briket arang**Table 5. Physical and chemical properties of briquetted charcoal**

Bahan baku (Raw material)	Sifat briket arang (Briquetted charcoal properties)						
	K.air (%)	K.abu (%)	K.zm (%)	K.kt (%)	Krpt (g/cm ³)	Kt (kg/cm ²)	Nkb (kal/g)
K	4,62	1,14	18,39	74,20	0,34	10,14	6.605,81
	3,76	1,52	18,85	74,82	0,33	8,88	6.689,31
B	5,46	2,79	17,54	71,24	0,49	12,94	6.341,78
	5,76	2,80	17,12	71,67	0,50	13,27	6.396,87
S	4,62	4,95	17,48	67,51	0,31	8,10	5.950,09
	7,52	5,52	15,05	66,83	0,34	9,43	5.955,53
T	6,18	0,77	16,91	75,17	0,73	18,33	6.899,70
	4,92	0,98	16,95	76,33	0,70	17,24	6.888,84
CKB	7,29	2,03	15,89	72,57	0,45	12,00	6.677,32
	7,38	2,13	16,37	72,17	0,45	12,02	6.710,29
CKS	9,23	3,04	17,59	67,45	0,39	7,49	6.692,16
	9,17	3,07	14,89	69,44	0,38	5,65	6.726,01
CKT	2,43	1,15	20,34	74,87	0,51	17,39	6.744,86
	2,76	1,33	19,44	75,17	0,48	14,34	6.725,42
CBS	9,40	3,56	14,67	68,64	0,47	7,70	6.062,86
	9,21	3,96	12,23	70,78	0,44	9,04	6.023,02
CBT	5,52	1,43	15,62	75,17	0,59	17,94	6.923,12
	5,59	2,23	16,02	74,73	0,58	18,45	6.887,92
CST	7,02	2,42	16,84	70,24	0,51	14,13	6.311,71
	7,09	3,46	15,16	71,86	0,49	11,77	6.316,30
CKBST	4,44	2,19	18,43	72,42	0,44	9,61	6.314,79
	3,66	2,43	20,95	70,84	0,48	9,49	6.362,42

Keterangan : K = Kayu (*Wood*), B = Bambu (*Bamboo*), S = Sabut kelapa (*Coconut husks*), T = Tempurung kelapa (*Coconut shell*), C = Campuran (*Mixes*), K.air (%) = Kadar air (*Moisture content, %*), K.abu (%) = Kadar abu (*Ash content, %*), K.zm (%) = Kadar zat menguap (*Volatile matter, %*), K.kt (%) = Kadar karbon terikat (*Fixed carbon, %*), Krpt (g/cm³) = Kerapatan (*Density, g/cm³*), Kt (kg/cm²) = Keteguhan tekan (*Compressive strenght, kg/cm²*), Nkb (kal/g) = Nilai kalor bakar (*Calor value, cal/g*).

F. Keteguhan Tekan

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa keteguhan tekan terendah dicapai oleh briket arang dari campuran kayu dan sabut kelapa dengan nilai keteguhan tekan sebesar 6,57 kg/cm². Keteguhan tekan tertinggi dicapai oleh briket arang dari campuran bambu dan tempurung kelapa dengan nilai keteguhan tekan sebesar 18,19 kg/cm². Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3) memperlihatkan bahwa faktor jenis bahan baku berpengaruh sangat nyata terhadap nilai keteguhan tekan briket arang yang dihasilkan. Hasil uji beda Duncan (Tabel 4) menunjukkan bahwa briket arang dari bahan baku CKS memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku K, CKBST, CKB, CST, B, CKT, T dan CBT. Briket arang dari bahan baku CBS dan S memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari

bahan baku CKB, CST, CKT, T dan CBT. Briket arang dari bahan baku CKB, CST dan B memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CKT, T dan CBT.

Faktor jenis bahan baku sangat mempengaruhi sifat keteguhan tekan briket arang hasil penelitian ini. Tiap bahan baku memiliki kerapatan berbeda-beda sehingga mengakibatkan nilai keteguhan tekan yang berbeda-beda pula untuk tiap jenis bahan baku briket arang. Bahan baku dengan kerapatan tinggi akan menghasilkan briket dengan nilai keteguhan tekan yang tinggi pula seperti halnya yang dikemukakan oleh Sudradjat (1984), menyatakan bahwa briket arang dari bahan baku yang mempunyai berat jenis tinggi akan memberikan nilai keteguhan tekan yang tinggi pula. Hendra dan Winarni (2003) menyatakan bahwa tingginya angka kerapatan dan keteguhan tekan pada briket arang dari kayu yang memiliki berat jenis tinggi disebabkan serat kayu yang lebih rapat dan komponen selulosa pada dinding sel lebih banyak.

Nilai keteguhan tekan briket arang hasil penelitian ini berkisar $6,57 - 18,19 \text{ kg/cm}^2$. hasil ini telah memenuhi persyaratan kualitas briket arang Indonesia ($0,46 \text{ kg/cm}^2$) dan sebagian kualitas briket arang Inggris yang mensyaratkan nilai keteguhan tekan sebesar $12,7 \text{ kg/cm}^2$, tetapi nilai ini belum memenuhi persyaratan kualitas briket arang Jepang (60 kg/cm^2) dan Amerika sebesar 62 kg/cm^2 (Tabel 6).

G. Nilai Kalor Bakar

Pada tabel 2 menunjukan bahwa nilai kalor bakar terendah dihasilkan oleh briket arang dari sabut kelapa dengan nilai kalor bakar sebesar 5.953 kal/g . Nilai kalori bakar tertinggi dihasilkan oleh briket arang dari campuran bambu dan tempurung kelapa dengan nilai kalor bakar sebesar 6.906 kal/g . Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3), menunjukkan bahwa faktor bahan baku berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan. Hasil uji beda Duncan (Tabel 4), menunjukan bahwa briket arang dari bahan baku S memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CBS, CST, CKBST, B, K, CKB, CKS, CKT, T dan CBT. Briket arang dari bahan baku CBT memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari CST, CKBST, B, K, CKB, CKS, CKT, T dan CBT. Briket arang dari bahan baku CST, CKBST, dan B memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari K, CKB, CKS, CKT, T, dan CBT. Briket arang dari kayu (K) memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku CKT, T, dan CBT. Briket arang dari CKT memberikan hasil berbeda nyata dengan briket arang dari bahan baku T dan CBT.

Faktor jenis bahan baku sangat mempengaruhi besarnya nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan. Kadar karbon terikat yang tinggi akan menyebabkan tingginya nilai kalor bakar briket arang. Tiap bahan baku memiliki kadar karbon terikat yang berbeda-beda sehingga mengakibatkan nilai kalor bakar yang berbeda-beda pula untuk tiap jenis bahan baku briket arang. Bahan baku yang memiliki kadar karbon terikat yang tinggi akan menghasilkan nilai kalor bakar briket arang yang tinggi pula. Menurut Hendra dan Winarni (2003) semakin tinggi kadar karbon terikat akan semakin tinggi pula nilai kalornya, karena setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan kalori.

Nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan berkisar antara $5.953 - 6.906 \text{ kal/g}$. Hasil ini sebagian telah memenuhi kualitas briket arang Jepang ($6.000 - 7.000 \text{ kal/g}$), Inggris (6.500 kal/g), Indonesia ($6.814,11 \text{ kal/g}$), tetapi belum memenuhi kualitas briket arang Amerika yaitu sebesar 7.000 kal/g (Tabel 6).

Tabel 6. Sifat briket arang buatan Jepang, Amerika, Inggris dan Indonesia
Table 6. Properties of briquetted charcoal made in Japan, USA, Great Britain, and Indonesia

No	Sifat (<i>Properties</i>)	Jepang (<i>Japan</i>)	Amerika (<i>USA</i>)	Inggris (<i>Great Britain</i>)	Indonesia (<i>Indonesia</i>)
1.	Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	6 – 8	6,2	3,6	7,57
2.	Kadar abu (<i>Ash content</i>), %	3 – 6	8,3	5,9	5,51
3.	Kadar zat mudah menguap (<i>Volatile matter</i>), %	15 - 30	19 - 28	16,4	16,14
4.	Kadar karbon terikat (<i>Fixed carbon</i>), %	60 – 80	60	75,3	78,35
5.	Kerapatan (<i>Density</i>), g/cm ³	1,0 – 1,2	1	0,48	0,44
6.	Keteguhan tekan (<i>Compressive strenght</i>), kg/cm ²	60 – 65	62	12,7	-
7.	Nilai kalor bakar (<i>Calor value</i>), kal/g	6.000 – 7.000	6.230	7.289	6.814

Sumber (*Source*): Hendra dan Winarni (2003)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan briket arang yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses pengolahan sampah organik kayu, bambu, sabut dan tempurung kelapa dapat menghasilkan produk yang bermanfaat berupa arang dan asap cair, sedangkan arang yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan briket arang.
2. Faktor bahan baku berpengaruh nyata terhadap sifat fisis dan kimia briket arang yang dihasilkan, meliputi nilai kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon, kerapatan, keteguhan tekan dan nilai kalor bakar.
3. Kombinasi campuran bahan baku yang terbaik ditinjau dari segi nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan, adalah pada campuran bahan baku arang bambu dan arang tempurung kelapa, yaitu sebesar 6.906 kal/g.
4. Briket arang yang dihasilkan pada umumnya dapat menghasilkan sifat fisis dan kimia yang lebih baik, jika dibandingkan dengan sifat dan kualitas bahan bakunya. Kadar air berkisar antara 2,59 - 9,31%, kadar abu 1,75 - 10,47%, kadar zat meng-uap 13,45 - 19,89%, kadar karbon terikat 67,17 - 75,75%, kerapatan 0,32 - 0,71 g/cm², keteguhan tekan 6,57 - 18,19 kg/cm³, dan nilai kalor bakar berkisar antara 5.953 - 6.906 ka/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K. 2002. Biomass Energy Potential and Utilization in Indonesia. Lembaga Penelitian dan Pengembangan Masyarakat. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonim. 1959. Annual Book of ASTM Standards. ASTM D-5 Coal and Coke American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- _____. 1984. Annual Book of ASTM Standards. ASTM D-240 Laboratory Sampling and Analysis Coal and Coke. American Society for Testing and Materials. Philadelphia.
- Hendra, D. dan G. Pari. 2000. Penyempurnaan Teknologi Pengolahan Arang. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. (Belum diterbitkan)
- Hendra, D. dan I. Winarni. 2003. Sifat fisis dan kimia briket arang campuran limbah kayu gergajian dan sebetan kayu. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 21(3) : 211 - 226. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Indarti. 2001. Country Paper. Indonesia regional seminar on commercialization of biomass technology. 4 - 8 June, Guangzhou, China.
- Lubis, A. dan A. Sugiyono. 1996. Overview of Energy Planning in Indonesia. Technical Committee Meeting to Asses and Compare the Potential Rule of Nuclear Power and Other Option in Alleviating Health and Environmental Impacts Electricity Generation, 14 - 16 October, Vienna, Austria.
- Sudradjat. 1994. Pengaruh kerapatan kayu, tekanan pengempaan dan jenis perekat terhadap sifat briket kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. 1(1) : 11 - 15. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.