

PENGARUH UKURAN PARTIKEL TEMPURUNG SAWIT DAN TEKANAN KEMPA TERHADAP KUALITAS BIOBRIKET *(Effect of Particle Size Palm Shell and Hydrolyc Pressure on Quality Biobriquette)*

Djoko Purwanto

Balai Riset dan Standardisasi Industri
Jl. P. Batur Barat No.2 Banjarbaru, Telpon (0511) 4772461, Fax. (0511) 4772115
E- mail : dpurwanto.brsbb@gmail.com

Diterima 7 Januari 2015, Direvisi 7 April 2015, Disetujui 1 Juni 2015

ABSTRACT

The palm oil industry in the capacity of 100 thousand tons of raw material per year will produce about six thousand tons of palm shell waste. The solid waste is not optimal utilized as fuel boiler and pavers around the factory. This study aims to get quality palm shell biobriquettes from of treatment particle size palm shell and hydrolyc pressure. Procedure research include: natural drying palm shell, crushing of palm shell, powder filtering, mixing with 5% starch solution, printing and pressing, drying naturally biobriquettes, and analysis biobriquettes quality. The treatments used are palm shell particle size which includes 7 mesh, 16 mesh, 25 mesh, and the pressure hydrolyc covering 3 tons, 5 tons, 7 tons. Each treatment was replicated three times. The parameters tested include: moisture content, ash content, calorific value, carbon content, volatile matter content, density and compressive strength. The result research: moisture content is between 4.15 - 9.06%; ash content is between 1.68 - 6.19%; the carbon content is between 7.57 - 19.55%; volatile matter content is between 70.49 - 81.95%; sulfur content of all negative; calorific value is between 4218.17 - 4442.34 cal/g; density is between 0.69 - 0,87g/cm³; and compressive strength is between 0.26 - 5.36 kg/cm².

Keywords: Palm shell, particle size, pressure hydrolyc, biobriquettes

ABSTRAK

Industri kelapa sawit dalam kapasitas 100 ribu ton bahan baku per tahun akan menghasilkan sekitar enam ribu ton limbah tempurung kelapa sawit. Limbah padat ini pemanfaatannya belum optimal yaitu sebagai bahan bakar boiler dan pengeras jalan disekitar pabrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel tempurung sawit dan tekanan kempa terhadap kadar air, kadar abu, zat terbang, kadar karbon, kalori, kerapatan dan kuat tekan. Prosedur penelitian meliputi: pengeringan secara alami tempurung kelapa sawit, penghancuran tempurung kelapa sawit, penyaringan serbuk tempurung kelapa sawit, pencampuran dengan larutan kanji 5 %, pencetakan dan/pengepresan, pengeringan secara alami biobriket, dan analisa kualitas biobriket. Perlakuan yang digunakan yaitu ukuran partikel tempurung sawit yang meliputi 7 mesh, 16 mesh, 25 mesh, dan tekanan kempa yang meliputi 3 ton, 5 ton, 7 ton. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Hasil penelitian diperoleh kadar air berada di antara 4,15 - 9,06 %; kadar abu berada di antara 1,68 – 6,19 %; kadar karbon berada di antara 7,57 – 19,55 %; kadar zat terbang berada di antara 70,49 – 81,95 %; kadar sulfur semua negatif; nilai kalor berada di antara 4218,17 – 4442,34 kal/g; kerapatan berada di antara 0,69 – 0,87g/cm³; dan kuat tekan berada di antara 0,26 – 5,36 kg/cm².

Kata kunci: Tempurung sawit, ukuran partikel, tekanan kempa, biobriket

I. PENDAHULUAN

Tempurung sawit merupakan salah satu limbah yang jumlahnya mencapai 60 % dari produksi minyak inti atau PKO (*Palm Kernel Oil*), (Fauzi & Satyawibawa, 2002). Pardamean (2008), sebuah pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 100 ribu ton tandan buah segar per tahun akan menghasilkan sekitar enam ribu ton tempurung kelapa sawit, 12 ribu ton serabut dan 23 ribu ton tandan kosong kelapa sawit. Limbah tempurung sawit ini merupakan bagian paling keras pada komponen kelapa sawit, selama ini pemanfaatannya belum maksimal antara lain: sebagai bahan bakar untuk boiler; dan penimbun jalan yang berlubang di perkebunan sawit. Purwanto dan Sofyan (2014), menyatakan tempurung sawit mempunyai karakteristik warna hitam keabuan, bentuk tidak beraturan dan memiliki kekerasan cukup tinggi. Kelebihan tempurung kelapa sawit dibandingkan batu bara bila digunakan untuk bahan bakar antara lain adalah tidak mengandung sulfur. Purwanto (2009), hasil analisa kimia limbah tempurung kelapa sawit yang diambil dari industri kelapa sawit di Kalimantan Selatan yaitu kadar air 6,19 – 6,45 %; kadar abu 6,59 – 8,73 %; kadar sulfur negatif; kadar karbon 13,23 - 14,96 % dan nilai kalor 4548,5 - 4587,96 kal/g. Nurhayati dan Adalina (2005) menyampaikan bahwa tempurung kelapa sawit maupun limbah padat lainnya dari limbah industri CPO (*crude palm oil*) dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan, antara lain sebagai bahan baku arang dan diharapkan dapat menggantikan bahan baku kayu.

Diversifikasi produk pemanfaatan tempurung sawit untuk biobriket merupakan salah satu alternatif mengoptimalkan pemanfaatan limbah padat dari industri kelapa sawit. Biobriket didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu (Hambali, Mujalipah, & Haloman, 2008). Proses pembuatan biobriket yaitu meliputi: biomassa dikeringkan, dihancurkan/penggerusan, pencampuran dengan bahan pengikat/perekat, dan pembriketan dengan penekanan. Pembuatan biobriket dapat memberikan keuntungan antara lain kerapatan dapat meningkat, bentuk lebih rapi dan ukuran seragam, sehingga memudahkan untuk dibawa dan digunakan untuk bahan bakar rumah tangga dan

industri kecil (Sudrajat, 1984). Manfaat biobriket menurut Kong (2010), sangat mudah untuk ditranspor/distribusi ke daerah pengguna, mudah disimpan, dengan harga yang murah dapat membantu rumah tangga sederhana memperoleh bahan bakar untuk keperluan memasak, dapat dimanfaatkan juga untuk proses produksi usaha skala UKM dan dapat menggantikan kebutuhan batu bara. Faktor yang mempengaruhi kualitas biobriket antara lain ukuran partikel, konsentrasi perekat, tekanan kempa, dan berat jenis bahan baku. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel dan tekanan kempa terhadap kadar air, kadar abu, zat terbang, kadar karbon, kalori, kerapatan dan kuat tekan biobriket.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu tempurung sawit dari Kabupaten Tanah Laut, dan perekat kanji yang diperoleh dipasaran. Peralatan yang digunakan antara lain alat cetak, alat kempa, alat uji kekuatan tekan, dan seperangkat peralatan laboratorium untuk uji kualitas biobriket (kadar air, abu, kalor, karbon, zat terbang, kerapatan dan kuat tekan).

B. Metode Penelitian

1. Pembuatan biobriket

Prosedur penelitian meliputi: pengeringan secara alami tempurung sawit, penghancuran tempurung sawit, penyaringan serbuk tempurung sawit, pencampuran dengan larutan kanji 5 %, pencetakan dan penekanan/pengepresan, pengeringan secara alami biobriket, kemudian biobriket (Gambar 1.) dianalisis kualitasnya.

2. Pengujian kualitas biobriket

Uji kualitas (kadar air, abu, karbon, zat terbang, sulfur, dan nilai kaor) biobriket mengacu pada Badan Standarisasi Nasional/BSN (1994). Pengujian kerapatan dan kekuatan tekan menggunakan metoda pengujian sifat fisik dan mekanik kayu (Nurwati, 2004).

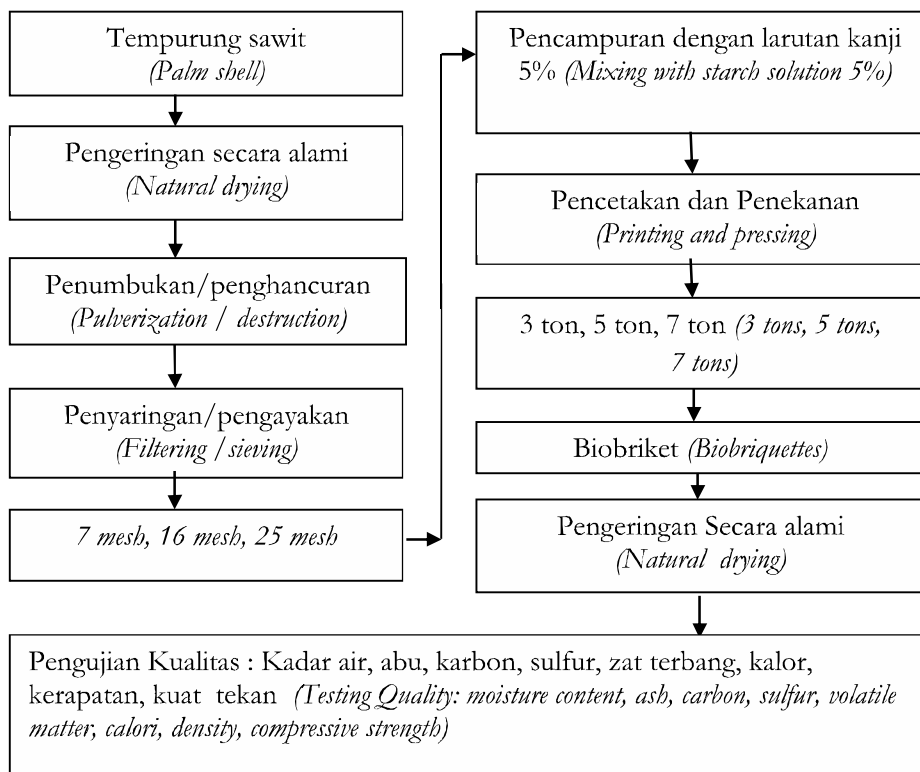
3. Analisis data

Perlakuan yang digunakan yaitu ukuran partikel tempurung kelapa sawit (A) yang terdiri dari tiga perlakuan yaitu 7 mesh (a1); 16 mesh (a2);



Gambar 1. Biobriket tempurung sawit
Figure 1. Biobriquettes of palm shell

Tahapan proses penelitian dapat dilihat pada bagan Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan penelitian pembuatan biobriket
Figure 2. Biobriquettes making research stage

dan 25 mesh (a3): dan tekanan kempa (B) yang terdiri dari tiga taraf yaitu 3 ton (b1); 5 ton (b2); dan 7 ton (b3). Setiap perlakuan terdiri dari tiga ulangan, sehingga jumlah contoh penelitian secara keseluruhan 27 sampel. Data penelitian dioalah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial, dengan model menurut Sudjana (2002) yaitu :

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

U = nilai rata-rata harapan

A_i = pengaruh ukuran partikel tempurung sawit pada tingkat ke- i
 $i = 1, 2, 3$

B_j = pengaruh tekanan kempa pada tingkat ke- j
 $J = 1, 2, 3$

AB_{ij} = interaksi ukuran partikel tempurung sawit dengan tekanan kempa pada tingkat ke- i (A) dan tingkat ke- j (B)

E_{ijk} = kesalahan percobaan

Analisis lanjutan dilakukan terhadap analisis persamaan regresi dengan mengacu pada Sunyoto (2009), dan uji beda nyata jujur (BNJ) dengan metode menurut Sudjana (2002). Data analisis biobriket tempurung sawit dibandingkan dengan standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM, 1993).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air

Kadar air berada di antara 4,15 - 9,06 %. Kadar air terbesar (9,06 %) diperoleh dari ukuran partikel 7 mesh dengan tekanan kempa 3 ton; dan terkecil (4,15 %) dihasilkan pada ukuran partikel 25 mesh dengan tekanan kempa 7 ton (Tabel 1). Nilai ini memenuhi standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga atau di bawah 7,5 % (KESDM, 1993). Makin besar ukuran mesh dan tekanan kempa kadar air cenderung makin rendah, hal ini disebabkan makin padat/rapat pori biobriket sehingga penyerapan uap air berkurang. Dari analisis sidik ragam tampak bahwa ukuran partikel serbuk dan tekanan kempa berpengaruh sangat nyata, sedangkan interaksinya berpengaruh nyata (Tabel 3). Dari uji beda nyata menunjukkan perlakuan interaksi menghasilkan perbedaan sangat nyata terhadap kadar air. Namun tidak semua perlakuan interaksi berbeda nyata. Sebagai contoh ukuran partikel 7 mesh dan tekanan kempa 3 ton (a1b1) sebesar 9,06 % tidak memberikan perbedaan nyata dengan ukuran partikel 7 mesh dan tekanan kempa 7 ton (a1b3) sebesar 8,91 %. (Tabel 5). Kadar air sangat erat kaitannya dengan kerapatan biobriket. Kerapatan menurut Sudrajat (1984), antara lain dipengaruhi oleh besarnya tekanan kempa. Bahri (2008), mengemukakan semakin tinggi kerapatan maka rongga-rongga antar partikel biobriket akan semakin rapat karena padunya partikel sehingga celah atau ruang kosong terisi uap air semakin kecil. Bahan baku biobriket yang memiliki kerapatan dan berat jenis rendah dapat lebih mudah menyerap udara dari sekelilingnya sehingga menyebabkan tingginya kadar air biobriket (Nurhayati & Adalina, 2007). Uji regresi menunjukkan makin besar ukuran mesh (X1) dan tekanan kempa (X2) kadar air cenderung menurun (Tabel 6).

B. Kadar Abu

Kadar abu berada di antara 1,68 - 6,19 %. Kadar abu terbesar (6,19 %) diperoleh dari perlakuan ukuran partikel 25 mesh dengan tekanan kempa 3 ton, dan terkecil (1,68%) dihasilkan pada ukuran partikel 7 mesh dengan tekanan kempa 5 ton (Tabel 1). Makin besar kadar abu makin rendah nilai kalor yang dihasilkan (Tabel 1). Kadar abu biobriket tempurung sawit diantaranya dapat disebabkan dari banyaknya unsur - unsur kimia tempurung sawit. Menurut Alpian, Prayitno, Sutapa, dan Budiadi (2011), komponen unsur kimia abu pada umumnya mengandung kalsium, kalium, magnesium, natrium, mangan, besi, aluminium, seng, silika, tembaga, kromium dan teragantung dari jenis biomassa. Hendra (2011) menyatakan unsur - unsur kimia yang terkandung dalam abu dapat menurunkan nilai kalor bakar yang dihasilkan. Habib, dan Khan (2014) menyatakan bahwa kadar abu pada pembakaran dapat mempengaruhi kuat tekan briket batu bara. Analisis sidik ragam menunjukkan ukuran partikel, tekanan kempa dan interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu (Tabel 3). Pada uji beda nyata menunjukkan perlakuan interaksi berbeda sangat nyata. Namun tidak semua perlakuan interaksi menyebabkan perbedaan nyata terhadap kadar abu. Sebagai contoh perlakuan ukuran partikel 16 mesh dan tekanan kempa 5 ton (a2b1) sebesar 1,75 % tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap perlakuan ukuran partikel 7 mesh dan tekanan kempa 3 ton (a1b1) sebesar 1,74 % (Tabel 5). Dari uji regresi makin besar ukuran mesh (X1) dan tekanan kempa biobriket (X2) kadar abu cenderung makin bertambah (Tabel 6).

C. Kadar Karbon

Kadar karbon berada di antara 7,57 - 19,55 %. Kadar karbon terbesar (19,55 %) dihasilkan dari perlakuan ukuran partikel 25 mesh dengan tekanan kempa 5 ton, dan terendah (7,57 %) diperoleh pada ukuran partikel 16 mesh dengan tekanan kempa 7 ton (Tabel 1). Hal ini diduga karena ukuran partikel lebih besar mengakibatkan proses karbonisasinya lebih lama. Menurut Hendra dan Winarni (2003), bahan baku yang memiliki kadar karbon terikat yang tinggi akan menghasilkan nilai kalor bakar briket yang tinggi, karena setiap ada reaksi oksidasi akan

Tabel 1. Hasil analisa kadar air, kadar abu, kadar karbon dan kadar zat terbang biobriket tempurung sawit

Table 1. The result of analysis moisture content, ash content, carbon content, volatile matter content biobriquette palm shell

No.	Ukuran partikel (mesh) (<i>Particle Size</i>) (mesh)	Tekanan Kempa (ton) (<i>Pressure hydrolyc</i>) (ton)	Hasil analisa (<i>Result of analysis</i>)			
			Kadar air (%) (<i>Moisture content</i>) (%)	Kadar abu (%) (<i>Ash content</i>) %	Kadar karbon (%) (<i>Carbon content</i>) (%)	Kadar zat terbang (%) (<i>Volatile matter content</i>) (%)
1.	7	3	9,06	1,74	13,92	75,78
2.	7	5	8,55	1,68	14,85	74,91
3.	7	7	8,91	1,72	13,65	75,72
4.	16	3	7,20	1,75	11,98	79,07
5.	16	5	6,92	2,74	16,89	73,45
6.	16	7	6,84	3,65	7,57	81,95
7.	25	3	6,19	6,19	18,98	70,49
8.	25	5	4,36	4,32	19,55	71,77
9.	25	7	4,15	6,16	17,53	72,17

menghasilkan kalori. Sedangkan menurut Saputro, Widayat, Rusianto, Sptoedi, & Fauzun (2012), kadar karbon terikat yang rendah menunjukkan kualitas bahan bakar yang kurang baik. Secara umum bahan bakar padat yang baik mempunyai kandungan karbon yang tinggi, dengan harapan nilai kalor yang dihasilkan semakin tinggi. Analisis sidik ragam menunjukkan ukuran partikel, tekanan kempa dan interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar karbon (Tabel 3). Dari uji beda nyata diperoleh perlakuan interaksi berbeda sangat nyata terhadap kadar karbon yang dihasilkan. Namun tidak semua perlakuan interaksi menyebabkan berbeda nyata terhadap kadar karbon. Sebagai contoh ukuran partikel 7 mesh dan tekanan kempa 7 ton (a1b3) sebesar 13,65 % tidak memberikan perbedaan nyata terhadap ukuran partikel serbuk 7 mesh dan tekanan kempa 3 ton (a1b1) sebesar 13,42 % (Tabel 5). Dari uji regresi makin besar ukuran mesh (X1) kadar karbon cenderung bertambah, dan makin bertambah tekanan kempa biobriket (X2) kadar karbon cenderung makin menurun (Tabel 6).

D. Kadar Zat Terbang

Kadar zat terbang berada di antara 70,49 - 81,95 %. dan tidak memenuhi standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga atau di atas 8 - 15 % (KESDM, 1993). Kadar zat terbang terbesar (81,95 %) dihasilkan dari ukuran partikel 16 mesh dengan tekanan kempa 7 ton, dan terendah (70,49 %) diperoleh pada ukuran partikel 25 mesh dengan tekanan kempa 3 ton (Tabel 1). Hal ini selain karena pengaruh dua faktor tersebut juga diduga karena ada bahan lain yang ikut dalam biobriket tempurung sawit yang mudah terbakar seperti serat atau serabut. Saputro et al., (2012), mengemukakan kandungan zat terbang tinggi mempunyai beberapa keuntungan diantaranya penyalaan dan pembakaran lebih mudah, tetapi mempunyai kelemahan yaitu kadar karbon terikat yang rendah. Komponen utama zat mudah menguap tersusun atas CO, H₂, CO₂ dan C_xH_y, dimana zat yang teruapkan masih mengandung zat-zat yang mudah terbakar. Sedangkan menurut Hendra (2011), kandungan kadar zat terbang

Tabel 2. Hasil analisa kadar sulfur, nilai kalor, kerapatan dan kuat tekan biobriket tempurung sawit

Table 2. The result of analysis sulfur content, calorific value, density and pressure strength biobriquette palm shell

No	Ukuran Partikel (mesh) (Particle size (mesh))	Tekanan kempa (ton) (Pressure hydrolyc) (ton)	Hasil analisa (Result of analysis)			
			Kadar sulfur (%) (Sulfur content) (%)	Nilai kalor (kal/g) (Calorific value) (cal/g)	Kerapatan (g/cm ³) (Density) (g/cm ³)	Kuat tekan (kg/cm ²) (Pressure strength) (kg/cm ²)
1.	7	3	Negatif	4435,21	0,79	0,71
2.	7	5	Negatif	4442,18	0,77	0,26
3.	7	7	Negatif	4442,34	0,77	0,30
4.	16	3	Negatif	4405,15	0,72	0,35
5.	16	5	Negatif	4421,93	0,74	1,08
6.	16	7	Negatif	4405,68	0,69	1,78
7.	25	3	Negatif	4218,17	0,87	5,12
8.	25	5	Negatif	4279,64	0,85	3,54
9.	25	7	Negatif	4229,01	0,85	5,36

tinggi akan menimbulkan asap lebih banyak pada saat briket dinyalakan, hal ini disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol yang ada pada briket. Analisis sidik ragam menunjukkan ukuran partikel, tekanan kempa dan interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar zat terbang (Tabel 3). Dari uji beda nyata menghasilkan perlakuan interaksi berbeda sangat nyata terhadap kadar zat terbang. Namun tidak semua perlakuan interaksi menyebabkan berbeda nyata terhadap kadar zat terbang. Sebagai contoh perlakuan ukuran partikel 7 mesh dan tekanan kempa 7 ton (a1b3) sebesar 75,72 % tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap kadar zat terbang dan tekanan kempa 3 ton (a1b1) sebesar 75,78 % (Tabel 5). Uji regresi menghasilkan makin besar nilai ukuran mesh (X1) kadar zat terbang cenderung berkurang, dan makin bertambah tekanan kempa (X2) kadar zat terbang cenderung makin bertambah (Tabel 6).

E. Kadar Sulfur

Kadar sulfur untuk semua ukuran partikel dan tekanan kempa biobriket tempurung kelapa sawit adalah negatif (Tabel 2), dan memenuhi standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga atau di bawah 1% (KESDM, 1993). Hal ini menunjukkan bahwa biobriket tempurung kelapa sawit tidak menimbulkan dampak pencemaran gas sulfur bila digunakan untuk bahan bakar keperluan rumah tangga.

F. Nilai Kalor

Nilai kalor berada di antara 4218,17 - 4442,34 kal/g memenuhi standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga atau lebih besar 4000 kal/g (KESDM, 1993). Nilai kalor terbesar (4442,34 kal/g) diperoleh dari ukuran partikel 7 mesh dengan tekanan kempa 7 ton, dan terkecil (4218,17 kal/g) dihasilkan pada ukuran partikel 25 mesh dengan tekanan kempa 3 ton. Nilai kalor

juga dipengaruhi oleh kadar abu, makin rendah kadar abu maka ada kecenderungan nilai kalor meningkat (Tabel 2). Dibandingkan dengan nilai kalor briket gambut 4.103,91 - 6.183,22 kal/g dan biobriket kayu sengon sebesar 4274 kal/g maka nilai kalor biobriket tempurung sawit dapat bersaing kualitasnya. Nilai kalor yang tinggi dapat menghasilkan energi panas yang lebih besar dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan lebih luas seperti industri kecil pengecoran logam dan bahan bakar pada boiler. Menurut Saputro et al., (2012), nilai kalor bahan bakar dipengaruhi oleh kadar karbon terikat, kadar air, dan kadar abu. Semakin tinggi kadar karbon terikat akan semakin tinggi nilai kalornya karena setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan kalori (Hendra, 2011). Selain kadar karbon terikat, tingginya kadar air briket dapat menurunkan nilai kalor. Analisis sidik ragam menghasilkan ukuran partikel berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kalor, untuk tekanan kempa dan perlakuan interaksi tidak berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan (Tabel 4). Dari uji beda nyata diperoleh perlakuan ukuran partikel (A) berbeda nyata terhadap nilai kalor. Ukuran partikel serbuk 7 mesh (a1) sebesar 4439,97 kal/g menghasilkan berbeda nyata terhadap nilai kalor yang diperoleh pada ukuran partikel 16 mesh (a2) sebesar 4410,92 kal/g dan ukuran partikel 25 mesh (a3) sebesar 4242,27 kal/g (Tabel 5). Uji regresi menyatakan makin besar ukuran mesh (X1) cenderung makin menurun nilai kalor (Tabel 6). Ukuran partikel tempurung kelapa sawit 16 mesh dan tekanan kempa 3 ton merupakan perlakuan cukup baik untuk menghasilkan nilai kalor 4405,15 kal/g dan kadar air 7,20%, nilai ini memenuhi standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga (KESDM, 1993).

G. Kerapatan

Kerapatan berada di antara 0,69 - 0,87g/cm³. Kerapatan dalam standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga tidak dipersyaratkan (KESDM, 1993). Kerapatan terbesar (0,87g/cm³) diperoleh dari ukuran partikel 25 mesh dengan tekanan kempa 3 ton, dan terkecil (0,69 g/cm³) dihasilkan pada ukuran partikel 16 mesh dengan tekanan kempa 7 ton. Hal diduga karena tekanan 7 ton menghasilkan pori - pori lebih rapat pada biobriket. Dari Tabel 2 dapat dikemukakan tekanan kempa 3 ton dengan 5 ton dan 7 ton tidak

banyak menambah nilai kerapatan. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan 3 ton cukup optimum untuk menghasilkan nilai kerapatan yang memadai. Analisis sidik ragam menghasilkan perlakuan ukuran partikel berpengaruh sangat nyata, untuk tekanan kempa dan interaksi ukuran partikel dengan tekanan kempa tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kerapatan yang dihasilkan (Tabel 4). Dari uji beda nyata tampak bahwa perlakuan ukuran partikel berbeda sangat nyata terhadap nilai kerapatan. Ukuran partikel 25 mesh (a3) sebesar 0,859 g/cm³ memberikan perbedaan nyata terhadap ukuran partikel 7 mesh (a1) sebesar 0,778 g/cm³ dan ukuran partikel 16 mesh (a2) sebesar 0,717 g/cm³ (Tabel 5). Uji regresi makin kecil ukuran mesh (X1) cenderung makin menurun kerapatan, dan makin besar tekanan kempa (X2) cenderung makin bertambah kerapatan (Tabel 6). Semakin besar tekanan mengakibatkan partikel terdesak untuk mengisi rongga yang kosong, sehingga berkurangnya porositas pada biobriket.

H. Kuat Tekan

Nilai kuat tekan biobriket berada diantara 0,26 - 5,36 kg/cm² atau lebih kecil 25 kg/cm² tidak memenuhi standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga (KESDM, 1993). Kuat tekan terbesar (5,36 kg/cm²) diperoleh dari perlakuan ukuran partikel 25 mesh dengan tekanan kempa 7 ton, dan terkecil (0,26 kg/cm²) dihasilkan pada perlakuan ukuran partikel 7 mesh dengan tekanan kempa 5 ton (Tabel 2). Martynis, Sundari, dan Sari (2013), mengatakan semakin besar ukuran mesh maka biobriket yang dihasilkan semakin kuat. Menurut Waspodo dan Yang Yang (2009), kekuatan tekan yang besar dapat mengantisipasi untuk mencegah kerusakan dalam pengepakan untuk proses transportasi dan penyimpanan. Sudrajat (1984), mengemukakan tekanan pengempaan 20 ton, 22,5 ton dan 25 ton tidak berpengaruh terhadap keteguhan tekan briket kayu. Analisis sidik ragam menunjukkan ukuran partikel berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tekan, untuk tekanan kempa dan perlakuan interaksi tidak berpengaruh terhadap kuat tekan (Tabel 4). Dari uji beda nyata menunjukkan ukuran partikel tempurung sawit berbeda sangat nyata terhadap kuat tekan. Namun tidak semua perlakuan ukuran partikel menghasilkan berbeda

Tabel 3. Ringkasan analisis sidik ragam kadar air, abu, karbon, zat terbang biobriket tempurung sawit

Table 3. Summarized analysis of variable moisture content, ash, carbon,volatile matter of biobriquette palm shell

Sumber keragaman (Source of variances)	Derajat bebas (Degree of freedom)	F - hitung (F - calculation)			
		Kadar air (Moisture content)	Kadar abu (Ash content)	Kadar karbon (Carbon content)	Kadar zat terbang (Volatile matter content)
Ukuran partikel (A) (Particle size) (A)	2	19993,8 **	843,33 **	2627,24 **	3542,73 **
Tekanan kempa (B) (Pressure hydrolyc) (B)	2	7,44 **	47,09 **	1014,99 **	824,42 **
Interaksi (AB) (Interaction) (AB)	4	3,70 *	48,62 **	394,43 **	618,97 **

Keterangan : ** Sangat nyata / Very significant

* Nyata/ Significant

Tabel 4. Ringkasan analisis sidik ragam nilai kalor, kerapatan dan kekuatan tekan biobriket tempurung sawit

Table 4. Summarized analysis of variable calorific, density, and pressure strength of biobriquette palmshell

Sumber keragaman (Source of Variances)	Derajat bebas (Degree of freedom)	F - hitung (F - calculation)		
		Nilai kalor (Calorific value)	Kerapatan (Density)	Kuat tekan (Pressure strength)
Ukuran partikel (A) (Particle size) (A)	2	147,84 **	51,38 **	44,153 **
Tekanan kempa (B) (Pressure hydrolyc) (B)	2	2,93 tn	1,06 tn	1,42 tn
Interaksi (AB) (Interaction) (AB)	4	1,11 tn	0,49 tn	2,09 tn

Keterangan : ** Sangat nyata / Very significant

tn : tidak nyata/ Not significant

nyata terhadap kuat tekan. Sebagai contoh ukuran partikel 16 mesh (a2) sebesar 0,969 kg/cm² tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap ukuran partikel 7 mesh (a1) sebesar 0,636 kg/cm² (Tabel 5). Uji regresi makin besar ukuran mesh (X1) dan tekanan kempa (X2) cenderung makin bertambah kuat tekan (Tabel 6). Untuk mendapatkan kuat tekan yang memenuhi standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga (KESDM, 1993) yaitu 25 kg/cm², maka diperlukan penelitian lanjutan di antaranya dengan menggunakan tekanan kempa yang lebih besar 7 ton, dan konsentrasi perekat lebih besar 5%, atau faktor - faktor lain yang mempengaruhi kuat tekan. Habib et al. (2014). mengemukakan faktor - faktor seperti kadar air, ukuran partikel dan distribusi, waktu pemadatan dan tekanan kempa, jenis dan jumlah perekat

mempengaruhi kekuatan mekanik briket batu bara.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Ukuran partikel, tekanan kempa dan interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, karbon, dan zat terbang biobriket. Ukuran partikel tempurung sawit 16 mesh dan tekanan kempa 3 ton menghasilkan biobriket dengan nilai kalor 4405,15 kalori/g, kadar sulfur negatif dan kadar air 7,20 % memenuhi standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga (KESDM, 1993). Kadar zat terbang dan kuat tekan biobriket belum memenuhi standar mutu dan karakteristik briket untuk rumah tangga.

Tabel 5. Hasil uji beda nyata jujur antar perlakuan
Table 5. Test result of honesty significant difference treatment

Parameter uji (Parameter test)	Perlakuan (Treatment)	Nilai rata-rata yang dibandingkan (Comparison of mean value)								
		a2b2	a2b3	a3b1	a3b2	a3b3	a1b1	a1b3	a1b2	a2b1
Kadar air (%) (Moisture content) (%)	AB	25,06	24,67	23,11	22,11	19,50	9,06	8,91	8,55	7,20
Kadar abu (%) (Ash content) (%)	AB	6,19	6,16	4,32	3,65	2,74	1,75	1,74	1,72	1,68
Kadar karbon (%) (Carbon content) (%)	AB	19,55	18,99	17,52	16,89	14,85	13,65	13,42	11,98	7,57
Kadar zat terbang (%) (Volatile matter) (%)	AB	81,95	79,07	75,78	75,72	74,91	73,45	72,17	71,77	70,50
Kekuatan tekan (kg/cm ²) (Pressure strength) (kg/cm ²)	A	2,108	0,969	0,636						

Keterangan (Remarks) AB : Interaksi antara ukuran partikel serbuk dengan tekanan kempa / Interaction between particle size powder with pressure hydraulic

A : Ukuran partikel serbuk / Size particle powder _____ : Tidak berbeda nyata / Not significant difference

Tabel 6. Persamaan regresi hubungan antara ukuran partikel serbuk (X₁) dan tekanan kempa (X₂) terhadap analisa biobriket
Table 6. Regression between particle size powder (X₁) and pressure hydrolic (X₂) on analysis biobriquette

Hasil analisa (Result analysis)	Persamaan regresi (Regression)	Koefisien korelasi (r) (Coefisients correlation) (r)	F - hitung (F - Calculation)
Kadar air (%) (Moisture content) (%)	$Y = 11,05 - 0,25 X_1 - 0,06 X_2$	0,99	569,74 **
Kadar abu (%) (Ash content) (%)	$Y = - 863 + 0,21 X_1 + 0,154 X_2$	0,898	49,92 **
Kadar karbon (%) (Carbon content) (%)	$Y = 13,1 + 0,262 X_1 - 0,471 X_2$	0,578	6,04 **
Kadar zat terbang (%) (Volatile matter content) (%)	$Y = 76,7 - 0,222 X_1 + 0,375 X_2$	0,504	4,09 **
Nilai kalor (kal/g) (Calorific value) (cal/g)	$Y = 4532 - 10,98 X_1 + 1,54 X_2$	0,885	43,32 **
Kerapatan (g/cm ³) (Density) (g/cm ³)	$Y = 0,74 + 0,004X_1 - 0,005 X_2$	0,532	4,73 **
Kekuatan tekan (kg/cm ²) (Pressure strength) (kg/cm ²)	$Y = 2,248 + 0,236 X_1 + 0,11 X_2$	0,777	18,32 **

Keterangan : ** Sangat nyata (Very significant)

DAFTAR PUSTAKA

Alpian, Prayitno, T.A., Sutapa, G.J.P., & Budiadi. (2011). Kualitas arang kayu gelam (*Melaleuca cajuputi*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 2(1), 141 - 152.

BSN. (1994). *Analisis kadar air total contoh batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13-3476-1994. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

BSN. (1994). *Analisis kadar abu contoh batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13-3478-1994. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

BSN. (1994). *Analisis kadar karbon contoh batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13-3479- 1994. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

BSN. (1994). *Analisis kadar belerang contoh batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13-3481-1994. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

BSN. (1994). *Analisis kalori contoh batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13-3486-1994. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Bahri, S. (2008). *Pemanfaatan limbah industri kayu untuk pembuatan briket arang dalam mengurangi pencemaran lingkungan di Nangroe Aceh Darussalam*. (Thesis). Program Pendidikan Pasca Sarjana: USU, Medan.

Fauzi, Y.W. & Satyawibawa, I. (2002). *Pemanfaatan hasil dan limbah analisis usaha dan pemasaran kelapa sawit seri*. Agribisnis. Jakarta: Penebar Swadaya.

Habib, U., Habib, M., & Khan, A.U. (2014). Factors influencing the performance of

- coal briquettes. *Walailak. J Sci & Tech*, 11(1), 1-5.
- Hambali, E., Mujalipah, S., & Haloman, A. (2008). *Teknologi bioenergi*. Jakarta : Agro Media.
- Hendra, D. (2011). Pemanfaatan eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk bahan baku briket sebagai bahan bakar alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(2), 189-210.
- Hendra, D., & Pari, G. (2009). Penyempurnaan teknologi pengolahan arang. *Laporan Hasil Penelitian*. Bogor: Pusat Penelitian Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Kementerian Perindustrian (KEMENPERIND). (1983). Penelitian dan pengembangan limbah kayu untuk briket kayu dan arang. *Laporan Hasil Penelitian*. Banjarbaru: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). (1993). *Pedoman pembuatan dan pemanfaatan batu bara dan bahan bakar padat berbasis batu bara*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pertambangan Umum.
- Kong, G.T. (2010). *Peran biomassa bagi energi terbarukan*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Martynis, M., Sundari, E., & Sari, E. (2013). Pembuatan biobriket dari limbah cangkang kakao. *Jurnal Litbang Industri*, 2(1), 32 - 38.
- Nurwati, H. (2004). *Pedoman pengujian sifat fisik dan mekanik kayu*. Pusat Penelitian Teknologi Hasil Hutan. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Nurhayati, T. & Adalina, Y. (2007). Analisis teknis dan finansial produksi arang dan cuka kayu dari limbah industri penggergajian dan pemanfaatannya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27(1), 374 - 380.
- Pardamean, M. (2008). *Panduan lengkap pengelolaan kebun dan pabrik kelapa sawit* Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Purwanto, D. (2009). Penelitian teknologi proses pengarangan limbah tempurung kelapa sawit sebagai alternatif sumber energi untuk keperluan industri kecil. *Laporan Hasil Penelitian*. Banjarbaru: Balai Riset dan Standardisasi Industri.
- Purwanto, D. (2011). Arang dari limbah tempurung kelapa sawit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(1), 57 - 66.
- Purwanto, D. & Sofyan. (2014). Pengaruh waktu dan suhu pengarangan tempurung kelapa sawit terhadap kualitas briket arang. *Jurnal Litbang Industri*, 4(1), 29 - 38.
- Saputro, D.D., Widayat, W., Rusiyanto., Saptoadi. H., & Fauzun. (2012). Karakterisasi briket dari limbah pengolahan kayu sengon dengan metode cetak panas. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*. ISSN: 1979 - 911X. Yogyakarta.
- Sudrajat, R. (1984). Pengaruh kerapatan kayu, tekanan pengempaan dan jenis perekat terhadap sifat briket kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 1(1), 6 - 10.
- Sudjana, (2002). *Desain dan analisis eksperimen*. Bandung: PT.Tarsito.
- Sunyoto, D. (2009). *Analisa regresi dan uji hipotesis*. Yogyakarta: Med Press,
- Waspodo, P.P. & Yang Yang. (2009). Pengaruh perubahan rancangan anglo dan berat jenis briket arang terhadap peningkatan efisiensi penggunaan panas. *Warta Industri Hasil Pertanian*, 26(1), 1 - 11.