

PENGARUH TEKANAN KEMPA DAN KONSENTRASI PEREKAT TERHADAP SIFAT BIOBRIKET DARI LIMBAH TEMPURUNG SAWIT

The Effect of Pressure Hydraulic and Resin Concentration on Biobriquettes Palm Shell Waste Properties

Djoko Purwanto, Retno Utami P. dan Santy Diah Suryani

Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru

Jl. P. Batur Barat No.2. Telp. 0511 - 4772461, 4774861 Banjarbaru

E-mail : dpurwanto.brsbb@gmail.com

Diterima 22 Oktober 2015 disetujui 20 November 2015

ABSTRAK

Limbah tempurung sawit belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan dapat sebagai bahan bakar dalam bentuk biobriket. Tujuan penelitian ini mempelajari pengaruh tekanan kempa dan konsentrasi perekat terhadap sifat biobriket. Penelitian meliputi tempurung sawit dihancurkan, disaring dengan kehalusan 7 mesh, dicampur larutan perekat *amylum* 2,5% dan 5%. Dicitak dalam ukuran diameter 3 cm dan tinggi 7 cm. Dilakukan penekanan dengan tekanan 3 ton, 5 ton, dan 7 ton. Biobriket dikeringkan secara alami. Analisa kualitas mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (1994). Hasil penelitian tekanan kempa 3 ton dan konsentrasi perekat 5% menghasilkan terbaik dengan nilai kadar sulfur negatif dan kalor 4442,78 kal/g dan memenuhi syarat sesuai briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga. Perlakuan interaksi tekanan kempa dan konsentrasi perekat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, abu, karbon, zat terbang, kerapatan dan kekuatan tekan biobriket.

Kata kunci : tempurung sawit, konsentrasi perekat, tekanan kempa, biobriket

ABSTRACT

Palm shell waste has not been used optimally. Utilization can be as fuel in the form of biobriquette. The purpose of this research studied the effects of pressure hydraulic and adhesive concentration on biobriquette properties. Research includes palm shell crushed, screened with fineness 7 mesh, mixed with amyllum adhesive solution 2.5% and 5%. Printed in diameter of 3 cm and a height of 7 cm. The emphasis with the pressure of 3 tons, 5 tons and 7 tons. Biobriquette dried naturally. Quality analysis with refers to the National Standardization Agency (1994). Results pressure 3 tons and adhesive concentration of 5% produces the best with sulfur levels of negative value and calorific 4442.78 cal / g and qualify for household fuels. Treatment interactions pressure and concentration of adhesive very significant effect on moisture, ash, carbon, volatile matter content, density and compressive strength biobriquette.

Keywords: palm shell, concentration of adhesive, pressure hydraulics, biobriquette

I. PENDAHULUAN

Limbah tempurung sawit memiliki karakteristik tekstur cukup keras, tidak beraturan, warna hitam keabuan dan oleh perusahaan pemanfaatannya belum optimal yaitu sebagai bahan bakar pada boiler, pengeras/ penimbun jalan yang berlubang disekitar perusahaan.

Pardamean (2008), mengemukakan sebuah pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 100 ribu ton tandan buah segar per tahun akan menghasilkan sekitar 6 ribu ton tempurung sawit. Limbah tempurung sawit dapat dimanfaatkan diantaranya untuk bahan bakar dalam

bentuk biobriket. Keuntungan biobriket dibandingkan dengan bahan bakunya diantaranya bentuk lebih seragam, rapi, mudah pengepakan dan transportasi, serta penggunaannya lebih luas yaitu untuk keperluan bahan bakar rumah tangga dan industri kecil menengah.

Proses pembuatan biobriket secara umum meliputi pengeringan alami, penghancuran, pencampuran dengan perekat, pencetakan, penekanan dan pengeringan biobriket secara alami. Parameter uji yang mempengaruhi kualitas biobriket pada umumnya yaitu kadar air, kadar abu, kadar karbon, nilai kalor, sulfur, dan kadar zat terbang. Faktor – faktor yang mempengaruhi proses pembuatan biobriket secara umum meliputi: ukuran partikel bahan baku, jenis dan konsentrasi perekat, dan tekanan kempa. Habib, U. *et al.*, (2014), mengemukakan bahwa kekuatan briket batu bara tergantung pada banyak faktor seperti kadar air, ukuran partikel batu bara dan distribusi, waktu pemadatan, suhu pemadatan dan tekanan, jenis dan jumlah pengikat

Purwanto (2010), menyatakan bahwa ukuran partikel tempurung sawit, 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 seperti briket batu bara untuk rumah tangga (KESDM, 1993). Namun kadar zat terbang dan kuat tekan biobriket belum memenuhi standar mutu dan karakteristik seperti briket batu bara untuk rumah tangga. Menurut Sudarja *et al.*,(2007), kadar zat menguap berbanding lurus terhadap persentase perekat. Semakin tinggi persentase perekat semakin tinggi kadar zat menguap. Seperti halnya kadar zat menguap, kadar abu berbanding lurus terhadap persentase perekat, semakin tinggi persentase perekat semakin tinggi kadar abunya.

Tujuan penelitian ini mempelajari pengaruh tekanan kempa dan konsentrasi perekat terhadap sifat biobriket dari limbah tempurung sawit. Biobriket hasil penelitian

kemudian dibandingkan dengan standar yang terkait dalam hal ini seperti persyaratan briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga.

II. BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian yang digunakan yaitu tempurung sawit yang diperoleh dari PT SMART Tbk. Kabupaten Tanah Laut, dan perekat kanji yang diperoleh di pasaran. Peralatan 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). Uji kualitas biobriket mengacu pada SNI.13-3476-1994 untuk kadar air; SNI.13-3478-1994 untuk kadar abu; SNI.13-3479-1994 untuk kadar karbon; SNI.13-3481-1994 untuk kadar sulfur; dan SNI.13-3486-1994 untuk nilai kalor. Pengujian kerapatan dan kekuatan tekan menggunakan metoda pengujian sifat fisis dan mekanis kayu (Nurwati, 2004). Prosedur penelitian meliputi : Pengeringan secara alami tempurung sawit hingga kering udara. Penghancuran tempurung sawit. Penyaringan serbuk tempurung sawit dengan kehalusan 7 mesh. Pencampuran dengan larutan kanji 2,5% dan 5%. Pencetakan dan penekanan/pengepresan dengan tekanan kempa sebesar 3 ton, 5 ton dan 7 ton. Biobriket hasil penelitian (Gambar 1) dikering secara alami, kemudian dianalisa kualitasnya yang meliputi kadar air, abu, karbon, sulfur, zat terbang, kalor, kerapatan, dan kuat tekan.



Gambar 1. Biobriket tempurung sawit

Perlakuan penelitian yang digunakan yaitu tekanan kempa (A) meliputi 3 ton (A1); 5 ton (A2); dan 7 ton (A3); dan konsentrasi perekat (B) meliputi 2,5% (B1)

dan 5% (B2). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data penelitian diolah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial, dengan model menurut Sudjana (2002), yaitu.....

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk} \dots\dots\dots \text{Persamaan (1)}$$

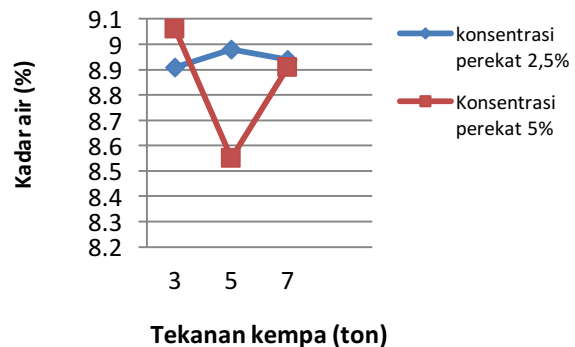
U merupakan nilai rata-rata harapan; A_i adalah pengaruh tekanan kempa pada tingkat ke-i; B_j adalah pengaruh konsentrasi perekat pada tingkat ke-j; AB_{ij} adalah interaksi tekanan kempa dan konsentrasi perekat pada tingkat ke- i (A) dan tingkat ke- j (B); E_{ijk} merupakan kesalahan percobaan. Analisis lanjutan dilakukan terhadap uji beda nyata jujur (BNJ) dengan model menurut Sudjana (2002). Data analisis biobriket di bandingkan dengan standar yang terkait dalam hal ini seperti biobriket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga (KEDSM, 1993).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kadar Air

Nilai kadar air berada diantara 8,55 – 9,06% (Gambar 2). Nilai terendah (8,55%) dihasilkan pada perlakuan tekanan kempa 5 ton dengan konsentrasi perekat 5% (A2B2). Hasil analisa ragam menunjukkan kadar air dipengaruhi sangat nyata oleh interaksi tekanan kempa dan konsentrasi perekat (Tabel 1). Dari uji beda nyata menunjukkan interaksi tekanan kempa dengan konsentrasi perekat (AB) menghasilkan perbedaan nyata terhadap kadar air. Namun tidak semua perlakuan interaksinya menyebabkan perbedaan nyata terhadap kadar air. Sebagai contoh perlakuan tekanan kempa 3 ton dan konsentrasi perekat 5% (A1B2) sebesar 9,06% tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap perlakuan tekanan kempa 5 ton dan konsentrasi perekat 3% (A2B1) sebesar 8,98%. Pada perlakuan interaksi (AB) tampak bahwa penambahan tekanan kempa dan konsentrasi perekat makin berkurang kadar air. Hal ini menunjukkan semakin padat dan rapat pori - pori biobriket, sehingga sifat higroskopis biobriket makin kecil atau kemampuan untuk mencegah masuknya air dalam biobriket makin besar.

Disamping itu kadar air kering udara dipengaruhi oleh fluktuasi kelembaban udara dan suhu yang selalu berubah disekitarnya dimana biobriket ditempatkan. Walaupun demikian nilai terendah (8,55%) ini belum sesuai yang dipersyaratkan seperti briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga yaitu 7,5% (KEDSM, 1993). Untuk memenuhi yang dipersyaratkan dimungkinkan dapat dengan perlakuan pengeringan baku tempurung sawit sebelum dibuat biobriket hingga kering (dibawah 7%), atau penggunaan tekanan panas pada proses pengempaan biobriket. Selain itu kondisi ruangan biobriket dimana ditempatkan harus memenuhi syarat suhu dan kelembaban.

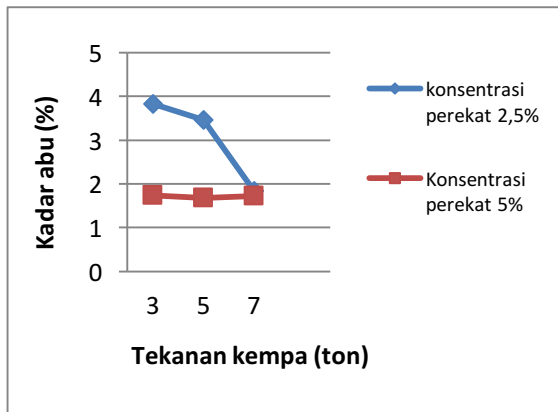


Gambar 2. Hubungan antara tekanan kempa dengan kadar air

3.2. Kadar Abu

Nilai kadar abu berada diantara 1,68 – 3,83%. (Gambar 3). Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu dari bahan baku tempurung kelapa sawit yaitu 1,70 – 6,19% (Purwanto, 2009). Persyaratan kadar abu seperti briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga tidak dipersyaratkan (KEDSM, 1993). Nilai terendah (1,68%) dihasilkan pada perlakuan tekanan kempa 5 ton dengan konsentrasi perekat 5% (A2B2). Analisa ragam menunjukkan kadar abu dipengaruhi oleh tekanan kempa, konsentrasi perekat dan interaksinya (Tabel 1). Dari uji beda menunjukkan perlakuan interaksi berbeda sangat nyata terhadap kadar abu. Namun tidak semua perlakuan interaksinya menyebabkan perbedaan nyata terhadap kadar abu.

Sebagai contoh perlakuan tekanan kempa 7 ton dan konsentrasi perekat 2,5% (A3B1) sebesar 1,84% tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap perlakuan tekanan kempa 3 ton dan konsentrasi perekat 5% (A1B2) sebesar 1,74%. Pada perlakuan interaksi tampak bahwa penambahan tekanan kempa dan konsentrasi perekat cenderung kadar abu bertambah. Kondisi ini dimungkinkan selain karena makin banyaknya unsur – unsur kimia dalam zat padat pada perekat yang tidak bisa menjadi karbon juga adanya kandungan logam – logam anorganik pada bahan tempurung sawit yang teroksidasi menjadi abu. Menurut Saputro *et al.*, (2012) kenaikan kadar abu seiring dengan bertambahnya tekanan kempa.

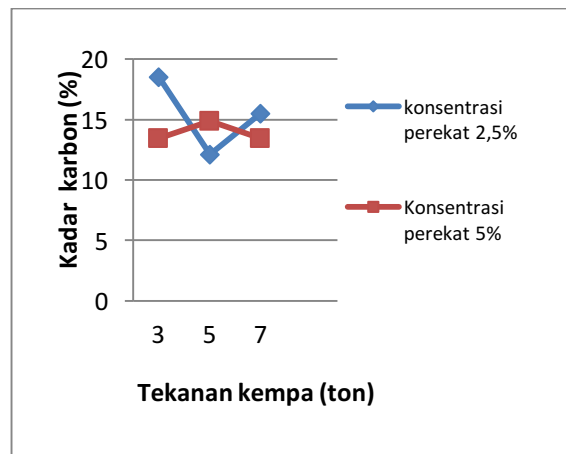


Gambar 3. Hubungan antara tekanan kempa dengan kadar abu

3.3. Kadar Karbon

Nilai kadar karbon berada diantara 12,14 - 18,53%. (Gambar 4). Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan kadar karbon dari bahan baku tempurung sawit yaitu 13,23 - 14,96% (Djoko, 2009). Dalam KEDSM (1993), kadar karbon seperti briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga tidak dipersyaratkan. Nilai terbesar (18,53%) dihasilkan dari perlakuan tekanan kempa 3 ton dengan konsentrasi perekat 2,5% (A1B1). Analisa ragam menunjukkan tekanan kempa, konsentrasi perekat dan interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar karbon (Tabel 1). Berdasarkan uji beda nyata menunjukkan perlakuan interaksi (AB) berbeda sangat nyata terhadap kadar karbon. Namun tidak semua perlakuan

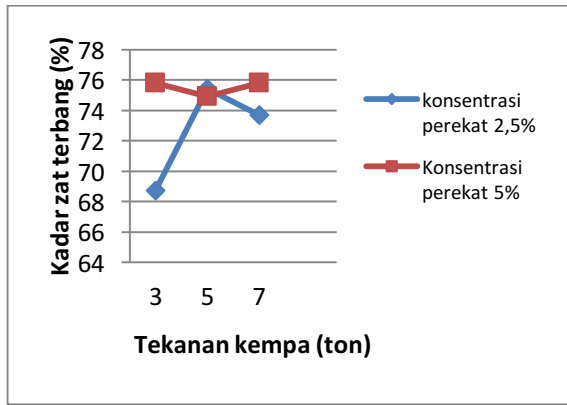
interaksinya menyebabkan perbedaan nyata terhadap kadar karbon. Sebagai contoh perlakuan tekanan kempa 7 ton dan konsentrasi perekat 5% (A3B2) sebesar 13,65% tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap perlakuan tekanan kempa 3 ton dan konsentrasi perekat 5% (A1B2) sebesar 13,42%. Pada perlakuan interaksi (AB) dihasilkan bahwa makin besar tekanan kempa dan konsentrasi perekat kadar karbon cenderung makin rendah. Hal ini dimungkinkan antarlain karena adanya bahan lain yang mudah terbakar ikut dalam bahan baku seperti serat, serabut, dan serasah. Kondisi ini sesuai yang dikemukakan oleh Saputro *et al.*, (2012) bahwa penambahan tekanan kempa diperoleh kecenderungan penurunan kadar karbon, hal ini disebabkan besarnya kadar abu dan kadar air.



Gambar 4. Hubungan antara tekanan kempa dengan kadar karbon

3.4. Kadar Zat Terbang

Nilai kadar zat terbang berada diantara 68,73 – 75,79% (Gambar 5). Nilai ini lebih besar dan tidak memenuhi syarat kadar zat terbang seperti briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga yaitu 8 - 15% (KEDSM, 1993). Nilai terendah (68,73%) dihasilkan dari perlakuan tekanan kempa 3 ton dengan konsentrasi perekat 2,5% (A1B1). Hasil analisa ragam kadar zat terbang dipengaruhi sangat nyata oleh tekanan kempa, konsentrasi perekat dan interaksinya (Tabel 1). Dari uji beda nyata menunjukkan perlakuan interaksi berbeda sangat nyata. Namun tidak semua perlakuan interaksinya



Gambar 5. Hubungan antara tekanan kempa dengan kadar zat terbang

menyebabkan perbedaan nyata terhadap kadar zat terbang. Sebagai contoh perlakuan tekanan kempa 3 ton dan konsentrasi perekat 5% (A1B2) sebesar 75,81% tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap perlakuan tekanan kempa 7 ton dan konsentrasi perekat 5% (A3B2) sebesar 75,79%. Pada perlakuan interaksi dihasilkan bahwa penambahan tekanan kempa dan konsentrasi perekat cenderung kadar zat terbang bertambah. Kondisi ini dimungkinkan karena ada bahan-bahan lain yang ikut mudah terbakar dalam biobriket seperti serat-serat atau serabut. Saputro *et al.*, (2012), mengatakan bahwa komponen utama kadar zat terbang tersusun atas CO, H₂, CO₂, C_xH_y, dan mengandung zat-zat yang mudah terbakar. Kadar zat terbang tinggi mempunyai beberapa keuntungan diantaranya penyalaan dan pembakaran lebih mudah tetapi mempunyai kelemahan yaitu kadar karbon yang rendah.

3.5. Kadar Sulfur

Hasil analisa kadar sulfur biobriket tempurung kelapa sawit untuk semua perlakuan tekanan kempa dan konsentrasi perekat menunjukkan negatif. Nilai ini memenuhi syarat sesuai persyaratan seperti kadar sulfur briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga yaitu lebih kecil 1% (KEDSM, 1993). Habib *et al.*, (2014) mengemukakan bahwa pembakaran semua jenis batu bara menghasilkan emisi CO₂ dan gas-gas berbahaya lainnya seperti SO₂, nitrogen dan lain-lain. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa biobriket tempurung sawit tidak menimbulkan dampak pencemaran gas sulfur dan gas lainnya bila digunakan untuk bahan bakar keperluan rumah tangga.

3.6. Nilai Kalor

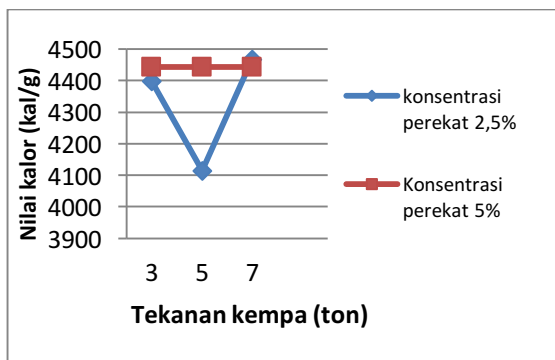
Nilai kalor berada diantara 4111,24 – 4467,76 kal/g (Gambar 6). Nilai ini lebih besar dan memenuhi syarat nilai kalor seperti briket batu bara untuk bahan bakar rumah tangga yaitu minimal 4000 kal/g (KEDSM, 1993). Nilai terbesar (4467,76 kal/gr) dihasilkan dari perlakuan tekanan kempa 7 ton dengan konsentrasi perekat 2,5% (A3B1). Hasil analisa ragam menunjukkan nilai kalor dipengaruhi nyata oleh tekanan kempa (Tabel 1). Dari uji beda nyata menunjukkan semua perlakuan tekanan kempa menghasilkan perbedaan nyata terhadap nilai kalor. Dari perlakuan tekanan kempa menunjukkan makin besar tekanan kempa makin besar nilai kalor. Kondisi ini dimungkinkan karena makin kerasnya biobriket yang dihasilkan. Dari data hasil pengujian

Tabel 1. Ringkasan analisa sidik ragam parameter uji biobriket

No.	Sumber Keragaman	db	F - hitung						
			Kadar air	Kadar abu	Kadar karbon	Kadar Zat terbang	Nilai kalor	Kerapatan	Kuat tekan
1.	Tekanan kempa (A)	2	4,93 *)	49,69 **)	223,83**)	779,65 **)	4,59 *)	2,43 tn	25,06 **)
2.	Konsentrasi perekat (B)	1	2,98 tn	236,12 **)	218 **)	1988 **)	0,01 tn	17,09 **)	82,38 **)
3.	Interaksi (AB)	2	8,49 **)	49,67 **)	558,93**)	1177,85 **)	2,51 tn	8,98 **)	18,06 **)

Keterangan : *) berpengaruh nyata
 **) berpengaruh sangat nyata
 tn : tidak nyata

tampak bahwa makin besar kuat tekan dan rendah kadar abu maka ada kecenderungan nilai kalor lebih besar. Menurut Yuliza *et al.*, (2013), nilai kalor diantaranya dipengaruhi oleh kadar abu yang ada dalam briket, semakin rendah kadar abu dalam briket maka akan meningkatkan nilai kalor briket yang dihasilkan. Nilai kalor yang besar dapat digunakan untuk bahan bakar yang memerlukan panas yang lebih tinggi seperti dalam industri kecil dan menengah gepcoran dan pande besi.

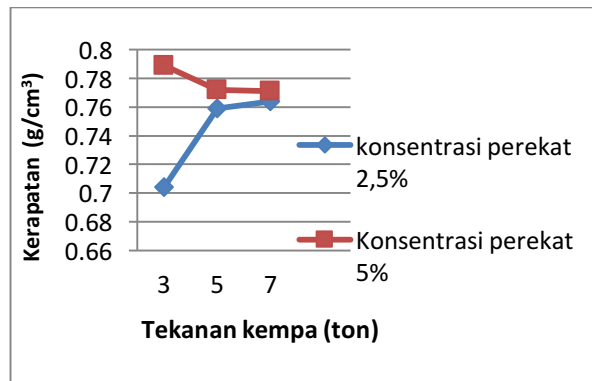


Gambar 6. Hubungan tekanan kempa dengan nilai kalor

3.7. Kerapatan

Nilai kerapatan berada diantara 0,704 - 0,789 g/cm³ (Gambar 7). Nilai terbesar (0,789 g/cm³) dihasilkan dari perlakuan tekanan kempa 3 ton dengan konsentrasi perekat 5% (A1B2). Nilai kerapatan seperti briket batu bara untuk keperluan bahan bakar tidak dipersyaratkan (KEDSM,1993). Hasil analisa ragam menunjukkan kerapatan dipengaruhi oleh konsentrasi perekat dan interaksinya (Tabel 1). Dari uji beda nyata menunjukkan perlakuan interaksi berbeda sangat nyata terhadap nilai kerapatan. Namun tidak semua perlakuan menyebabkan perbedaan nyata terhadap kerapatan. Sebagai contoh perlakuan tekanan kempa 3 ton dan konsentrasi perekat 5% (A1B2) sebesar 0,789 g/cm³ tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap perlakuan tekanan kempa 5 ton dan konsentrasi perekat 5% (A2B2) sebesar 0,772 g/cm³. Pada perlakuan interaksi menghasilkan bahwa penambahan tekanan kempa dan konsentrasi perekat cenderung

menghasilkan kerapatan lebih besar. Hal ini menunjukkan ikatan yang makin rapat dan kuat antara partikel tempurung sawit. Dari Gambar 3. tampak bahwa makin besar nilai kerapatan makin besar kuat tekan biobriket yang dihasilkan, hal ini menunjukkan akibat partikel terdesak mengisi rongga yang kosong dan mengakibatkan kuatnya ikatan antar partikel pada biobriket. Saputro *et al.*, (2012) menyatakan bahwa kerapatan biobriket naik seiring dengan bertambahnya tekanan kempa.

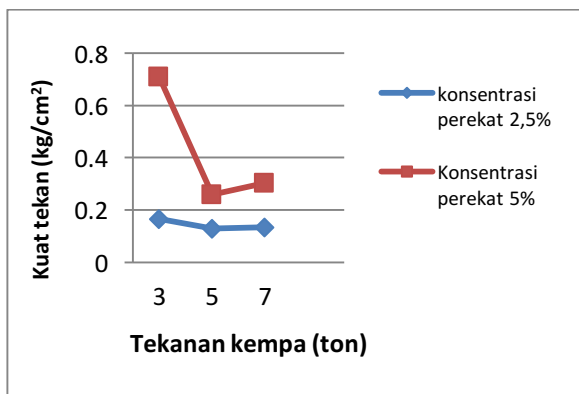


Gambar 7. Hubungan tekanan kempa dengan kerapatan

3.8. Kuat Tekan

Nilai kuat tekan berada diantara 0,17 – 0,71 kg/cm² (Gambar 8). Nilai terbesar (0,71 kg/cm²) dihasilkan dari perlakuan tekanan kempa 3 ton dengan konsentrasi perekat 5% (A1B2). Dari analisis keragaman pada Tabel 1. Menunjukkan bahwa kuat tekan dipengaruhi sangat nyata oleh tekanan kempa, konsentrasi perekat dan interaksinya. Dari uji beda nyata pada Tabel 3. menunjukkan perlakuan interaksi berbeda sangat nyata terhadap kuat tekan. Namun tidak semua perlakuan interaksinya menyebabkan perbedaan sangat nyata terhadap kuat tekan. Sebagai contoh perlakuan tekanan kempa 7 ton dan konsentrasi perekat 5% (A3B2) sebesar 0,30 kg/cm² tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap perlakuan tekanan kempa 5 ton dan konsentrasi perekat 5% (A2B2) sebesar 0,26 kg/cm². Pada perlakuan interaksi tampak bahwa penambahan tekanan kempa dan konsentrasi perekat cenderung menghasilkan kuat tekan cenderung

makin bertambah. Kondisi ini menunjukkan makin padat dan keras biobriket yang dihasilkan. Namun nilai terbesar kuat tekan ($0,71 \text{ kg/cm}^2$) belum memenuhi persyaratan seperti dalam KEDSM (1993) yaitu 25 kg/cm^2 . Diperlukan penelitian penyempurnaan dengan memperbesar mesh ukuran partikel, penambahan konsentrasi perekat dan tekanan kempa lebih besar 7 ton. Habib, U. *et al.*, (2014) menyatakan bahwa kuat tekan briket sangat dipengaruhi oleh jumlah pengikat dan mempengaruhi penyimpanan dan transportasi ke pasar yang dituju. Taulbee, *et al* (2009), mengemukakan bahwa kekuatan briket dipengaruhi oleh ukuran partikel bahan baku briket. Sedangkan Miller *et al.*, (1979) menyatakan bahwa peningkatan waktu tekanan kempa secara signifikan dapat meningkatkan kekuatan briket. Faktor jenis bahan baku sangat mempengaruhi sifat keteguhan tekan briket yang dihasilkan. Tiap bahan baku memiliki kerapatan berbeda-beda sehingga mengakibatkan nilai keteguhan tekan yang berbeda untuk tiap jenis bahan baku briket (Hendra, 2011).



Gambar 8. Hubungan tekanan kempa dengan kuat tekan

IV. KESIMPULAN

Perlakuan interaksi tekanan kempa biobriket dan konsentrasi perekat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, kadar karbon, kadar zat terbang, kerapatan dan kuat tekan. Perlakuan yang terbaik untuk menghasilkan kualitas briket tempurung sawit yaitu tekanan kempa 3 ton dengan

konsentrasi perekat 5% (A1B2) menghasilkan kadar air 9,06 %, kadar abu 1,74 %, kadar karbon 13,42 %, kadar zat terbang 75,81 %, kadar sulfur negatif, nilai kalor 4442,78 kal/g, kerapatan $0,789 \text{ g/cm}^3$ dan kuat tekan $0,710 \text{ kg/cm}^2$. Kadar sulfur dan nilai kalor biobriket tempurung sawit memenuhi persyaratan seperti persyaratan briket batu bara untuk keperluan bahan bakar rumah tangga. Namun untuk nilai kadar air, kadar zat terbang dan kuat tekan biobriket tempurung sawit sebaiknya yaitu belum memenuhi persyaratan seperti persyaratan briket batu bara untuk bahan bakar sehingga disarankan penelitian lanjutan untuk mengurangi kadar air, kadar zat terbang dan meningkatkan kuat tekan biobriket tempurung sawit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Altun NE, C Hicyilmaz and MV Kok. (2001). Effect of Different Binders on The Combustion Properties of Lignite Part I. Effect on Thermal Properties. *J. Therm. Anal. Calorim.*(65) 787-95.
2. Alpiari. Prayitno, TA., Sutapa, GJP., & Budiadi. (2011). Kualitas Arang Kayu Galam (*Melaleuca cajuputi*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis.* 2 (1), 141 – 152.
3. BSN. (1994). *Analisis Kadar Air Total Contoh Batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13 – 3476 - 1994. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
4. BSN. (1994). *Analisis Kadar Abu Contoh Batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13 - 3478 - 1994. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
5. BSN. (1994). *Analisis Kadar Karbon Contoh Batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13 – 3479 - 1994. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
6. BSN. (1994). *Analisis Kadar Belerang Contoh Batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13 – 3481 – 1994. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

7. BSN. (1994). *Analisis Kalori Contoh Batubara*. Standar Nasional Indonesia (SNI). 13 - 3486 - 1994. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
8. Danang Dwi Saputro, Widi Widayat, Rusiyanto, Harwin Saptoadi, 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.
9. Habib, U. Habib, M., & Khan, A.U. (2014). Factors Influencing the Performance of Coal Briquettes. *Walailak. J Sci & Tech*. 11(1), 1 - 5.
10. Hendra, D..(2011), Pemanfaatan Eceng Gondok Untuk Bahan Baku Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29 (2): 189-210. Bogor.
11. 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.
12. Miller MR, GL Fields, RW Fisher and TD Wheelock. (1979). Coal briquetting without a binder. *In: Proceedings of the 16th Biennial Conference, IBA*.
13. Nurwati, H. (2004). *Pedoman Sifat Fisik dan Mekanik Kayu*. Pusat Penelitian Teknologi Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Bogor.
14. Pardamean, M. (2008). *Panduan Lengkap Pengelolaan Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
15. Purwanto, D. (2009). *Laporan Penelitian Teknologi Proses Pengarangan Limbah Tempurung Kelapa Sawit Sebagai Alternatif Sumber Energi Untuk Keperluan Industri Kecil*. Program Riset Insentif Diknas. Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru. Badan Litbang Industri. Departemen Perindustrian.
16. Purwanto, D. (2010), Briket Bahan Bakar dari Limbah Tempurung Sawit. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 2 (1) : 29 – 26. Banjarbaru.
17. Sudjana, (2002). *Desain dan Analisis Eksperimen*. Penerbit PT.Tarsito. Bandung.
18. Sudarja, Kuncoro Diharjo, dan J. Pramana Gentur Sutapa. (2007). Pengolahan Limbah Industri Sawit Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*. 10 (1) : 69 – 81. Yogyakarta.
19. Taulbee D, DP Patil, RQ Honaker and BK Parekh.(2009). Briquetting of Coal Fines and Sawdust Part I: Binder and Briquetting-Parameters Evaluations. *Int. J. Coal Preparat. Utilizat.* (29): 1-22.
20. Yuliza, N., Nazir, N. dan Djalal, M. (2013). Pengaruh Komposisi Arang Sekam Padi dan Arang Kulit Biji Jarak Pagar terhadap Mutu Briket Arang. *Jurnal Litbang Industri* 3 (1): 21-30. Padang.