
ANALISIS KUALITAS BIO-BRIKET DARI CAMPURAN BATUBARA DAN SEKAM PADI

Mandasini¹, Andi Pawennari², Darnengsih¹, Mustafiah¹

1. Jurusan Teknik Kimia.
2. Jurusan Teknik Industri.

Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia
Jl.Urip Sumoharjo Km.05 Kota Makassar

email: mdsini56@gmail.com, pawennari.andi@yahoo.com, darnengsih.darnengsih@umi.ac.id,
mustafiah.mustafiah@umi.ac.id

INTISARI

Bio-briket dari campuran batubara dengan sekam padi dengan menggunakan bahan perekat tepung kanji serta bahan imbuhan berupa kapur dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu menunjukkan bahwa kualitas bio-briket yang dihasilkan masih rendah yaitu emisi gas hasil pembakaran, daya rekat, kandungan abu masih tinggi dan sulit penyalaan pada awal pembakaran. Untuk mengatasi problem ini, maka perlu dilakukan dengan jalan mengoptimasi rasio campuran bahan perekat, kapur dengan batubara-sekam padi. Pada penelitian ini dipelajari beberapa variable pembriketan guna untuk peningkatan kualitas bio-briket yaitu rasio bahan perekat dan rasio bahan imbuhan berupa kapur, dan masing-masing variable tersebut ditentukan nilai optimum yang memberikan daya rekat maksimum dan emisi gas buang yang minimum pembuatan bio-briket yaitu batubara, sekam padi dan perekat dicampur secara merata kemudian dimasukkan pada sebuah alat pengempah (hidrolic press) yang dilengkapi dengan alat cetakan. Dari penelitian ini diperoleh variabel pembriketan yang optimum yaitu: rasio bahan perekat kanji/tapioka dan parafin masing-masing memberikan kekuatan daya rekat terbaik dengan beban tekan 1,59 kg/cm² dan 1,16 kg/cm² pada rasio campuran 3 : 20 dan 4 : 20, sedangkan pada pemberian bahan imbuhan (kapur) dengan menggunakan perekat kanji menunjukkan bahwa konsentrasi emisi gas buang masing-masing SO₂ 173 ppm, NO_x 84 ppm, CO 0,049 % serta nilai kalori 5332 kkal/kg pada rasio kapur 2 : 100, sedangkan emisi gas buang dan nilai kalor untuk perekat paraffin masing-masing SO₂ 91 ppm, 79 ppm, 39 ppm dan 6341 kkal/kg pada rasio kapur 2 : 100.

Kata kunci: *Bio-Briket, Bahan Perekat, Sekam padi, Batubar, Paraffin*

ABSTRACT

Bio-coal briquettes from the mixture with rice husk by using an adhesive starch and additive materials such as limestone can be used as an alternative fuel. Based on the research that has been conducted by previous researchers suggest that the quality of bio-briquettes produced is still low, combustion gas emissions, adhesion, ash still high and difficult ignition at the start of combustion. To overcome this problem, it is necessary to optimize the mix ratio adhesive materials, lime with a coal-rice husk. In this research studied several variables briquetting in order to improve the quality of bio-briquettes the ratio of adhesive and material ratio affixes the form of lime, and each variable tersbut determined the optimum value which provides adhesion and maximum exhaust emissions minimum manufacture of bio-briquettes that coal, rice husk and adhesives are mixed evenly and then put on a tool pengempah (hidrolic press) equipped with a mold tool. From this research, the optimum briquetting variables, namely: the ratio of the adhesive starch / starch and paraffin respectively provide the best adhesion strength with compressive load of 1.59 kg / cm² and 1.16 kg / cm² at the mixing ratio 3: 20 and 4 : 20, while on the supply of additive (lime) by using an adhesive starch showed that the concentration of exhaust emissions each masimg SO₂ 173 ppm, NO_x 84 ppm, CO 0.049% and a calorific value of 5332 kcal / kg at a

ratio of lime 2: 100, whereas exhaust emissions and calorific values for each adhesive paraffin SO₂ 91 ppm, 79 ppm, 39 ppm and 6341 kcal / kg on a lime ratio 2: 100.

Keywords: Bio-Briquette, Materials Adhesives, Rice husk, Coal, Paraffin

1. PENDAHULUAN

Salah satu usaha penggunaan batubara asal Sulawesi Selatan sebagai bahan bakar adalah dalam bentuk bio-briket. Namun dalam pemakaiannya relatif kecil dibanding kan dengan pemakaian energi lainnya seperti gas dan minyak bumi. Hal ini disebabkan karena kualitas batubara yang rendah, sulitnya penyalaan pada proses pembakaran awal, sehingga pembakaran yang kurang sempurna dapat menimbulkan emisi gas buang yang berbahaya (Kuncoro, 2003).

Bio-briket merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari campuran batubara dengan sekam padi, bahan bakar padat ini merupakan bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah yang paling murah. Bio-massa berupa sekam padi atau bagas secara kimiawi memiliki kadar karbon tinggi dan mudah terbakar. Untuk itu sebagai praduga sementara bio-briket dari campuran batubara dengan sekam padi atau bagas serta bahan imbuhan berupa kapur dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan dengan alasan bahwa sekam padi atau bagas sangat mudah terbakar, sedangkan kapur dapat menyerap kotoran dan menekan emisi gas buang khususnya SO₂ hingga 50%, Selain bahan imbuhan berupa kapur juga tak kalah pentingnya adalah bahan perekat, bahan ini merupakan salah satu penentu dari kualitas bio-briket yang dihasilkan terutama dalam hal daya rekatnya, kekuatannya, kepadatan atau kerapatannya.

Seperti yang telah di amati oleh Mandasini dan kawan-kawan dalam penelitian Hibah Bersaing tahun 2008. Dalam penelitian tersebut diperoleh tiga nilai variabel optimum yaitu ukuran rata-rata butiran batubara 100 µm, daya tekan 350 bar dan rasio campuran batubara - sekam padi 80 : 20 yang menghasilkan bio-briket dengan kerapatan 1,44 g/ml, nilai kalori 5443 kkal/kg, emisi gas hasil pembakaran yang terdiri dari SO₂ 247 ppm, NO_x 115 ppm, dan CO tidak terdeteksi, kadar air 9 - 10 %, dan kadar abu masih diatas 15 % . Bio-briket yang dihasilkan dari campuran batubara-sekam padi tersebut masih perlu ditingkatkan kualitasnya

diantaranya konsentrasi emisi gas SO₂, NO_x hasil pembakaran dan kadar abu yang masih cukup tinggi dan sulit penyalaan pada awal pembakaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rasio bahan perekat dengan campuran batubara-sekam padi terhadap daya rekat. Kontribusi yang diharapkan dari penelitian ini adalah bio-briket yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk industry menengah, kecil dan rumah tangga khususnya di Makassar. Bagi pemerintah daerah diharapkan sebagai masukan untuk dapat meningkatkan pendapatan asli daerah, selain itu dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan.

Kontribusi yang diharapkan dari penelitian ini adalah dengan semakin baiknya kualitas bio-briket yang dihasilkan dari batubara dan sekam padi yang bersumber dari Sulawesi Selatan ini diharapkan menjadi bahan bakar alternatif yang dapat digunakan oleh industry menengah, kecil dan rumah tangga, khususnya di Makassar. Dapat menjadi masukan kepada pemerintah daerah untuk meningkatkan pendapatan asli daerah dalam rangka otonomi daerah. Selain itu diharapkan dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan

Untuk mendapatkan briket arang yang rapat maka diperlukan pengepresan dengan tekanan tertentu. Besar kuat tekan yang dibutuhkan dalam perekat tidak tentu, tergantung pada sifat dan kondisi permukaan bahan direkat. Kalau perekat terbesar tidak efisien maka harus memadai untuk menentukan kompresi bahan direkat pada permukaan perekat dan memadai untuk memgganti permukaan minor yang tidak sempurna dengan kontak yang lebih dekat antara permukaan-permukaan.

Semakin tinggi tekanan maka semakin tinggi kerapatan briket. Kirana (1985) dengan di berikan tekanan yang lebih besar kecendrungan pori-pori arang semakin rapat yang mengakibatkan volume briket arang yang diperoleh akan semakin berkurang dengan semakin besarnya tekanan yang di berikan untuk berat arang yang sama. Tekanan yang lebih besar mengakibatkan ikatan antara

molekul-molekul arang semakin kuat karena jarak antara atom-atom penyusun arang akan lebih di perpendek selain itu akan memberikan kecendrungan perekat mengalir keseluruhan permukaan serbuk arang semakin sempurna. Penambahan tekanan pada suatu batas tertentu akan menyebabkan bahan perekat akan ikut terbang.

Nilai kuat tekan dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan} = 3PL / 2bd^2 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

P = Beban patah / Load maksimum
(Kg)

L = Jarak tumpu (cm)

b = Lebar benda uji (cm)

d = Tebal benda uji (cm)

Kerapatan menunjukkan perbandingan antara berat dan volume briket. Kerapatan briket berpengaruh terhadap kualitas briket, karena kerapatan yang tinggi dapat meningkatkan nilai kalor bakar briket. Besar atau kecilnya kerapatan tersebut dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan bahan penyusun briket itu sendiri. Kerapatan juga dapat mempengaruhi keteguhan tekan, lama pembakaran, dan mudah tidaknya pada saat briket akan dinyalakan. Kerapatan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan briket arang sulit terbakar, sedangkan briket yang memiliki kerapatan yang tidak terlalu tinggi maka akan memudahkan pembakaran karena semakin besar rongga udara atau celah yang dapat dilalui oleh oksigen dalam proses pembakaran. Namun briket dengan kerapatan yang terlalu rendah dapat mengakibatkan briket cepat habis dalam pembakaran karena bobot briketnya lebih rendah (Hendra dan Winarni 2003).

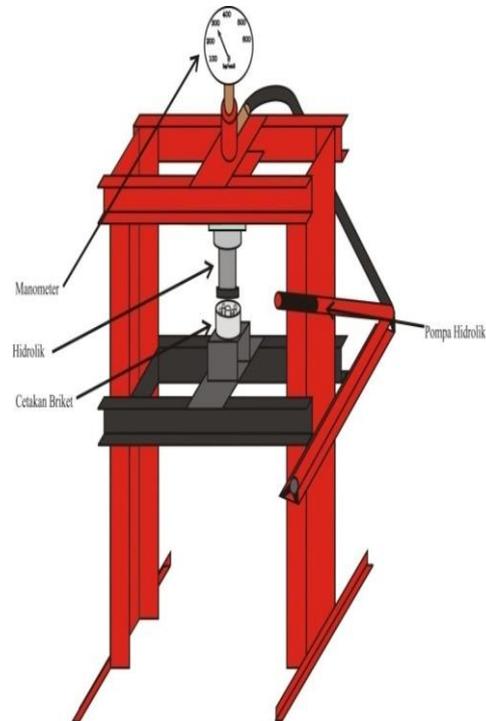
2. METODELOGI

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama dalam penelitian ini batubara bersumber dari pertambangan batubara di Desa Lamuru Kecamatan Lappaiaja Kabupaten Bone Sulawesi Selatan. Adapun karakteristik batubara disajikan dalam tabel berikut:

Bahan campuran adalah sekam padi diperoleh dari tempat penggilingan padi di Galesong Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan, bahan imbuhan berupa tepung tapioka dan parafin diperoleh dari tempat penelitian.

Alat utama berupa alat press untuk pemadatan briket, cetakan untuk mendapatkan bentuk briket .



Gambar 1 Mesin press

Pengamatan Penelitian

Adapun variabel yang diamati dalam penelitian ini yaitu:

- Variasi rasio bahan perekat dengan campuran batu bara-sekam padi (R_s): 1 : 20 ; 2 : 20 ; 3 : 20 ; 4 : 20 ; 5 : 20,
- Variasi rasio bahan penyerap/kapur (R_k) dengan campuran batubara-sekam padi: 1:100; 2 : 100; 3 : 100; 4 : 100; 5 : 100; 6 : 100

Prosedur Penelitian

- Tahap Prevariasi

Pada tahap ini batubara terlebih dahulu dihaluskan untuk mendapatkan tepung batubara yang merata dengan ukuran butiran $100 \mu\text{m}$ melalui ayakan demikian juga halnya dengan sekam padi yang talah dikeringkan. Selanjutnya batubara dan sekam padi di karakterisasi yang meliputi: analisis *proximate* (kandungan air, abu, zat terbang dan karbon tetap), analisis *ultimate* (komposisi C, H, O, N, S),

kandungan sulfur (total, pirit, sulfat dan organik), nilai kalor dan bobot jenis.

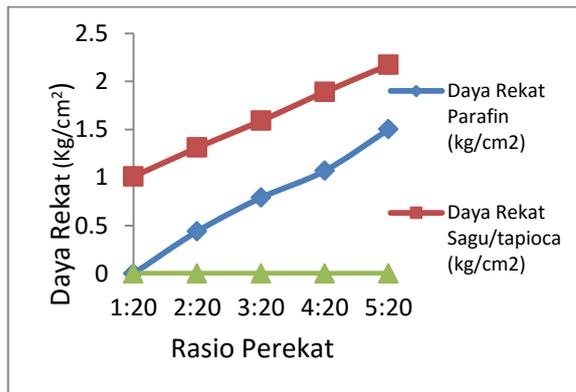
b. Tahap Pembriketan

Pada tahap ini batubara yang telah dihaluskan bersama dengan sekam padi dicampur dengan bahan perekat dan kapur dengan variasi rasio masing-masing 6 macam kemudian campuran tersebut dibuat menjadi bubuk/ slurry dengan memberi air dalam jumlah tertentu pula. Selanjutnya dilakukan proses pemadatan yaitu campuran dimasukkan ke dalam cetakan/pola kemudian ditekan hingga terbentuk briket (bio-briket), selanjutnya dikeluarkan dari cetakan kemudian dikeringkan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hubungan Rasio Bahan Perekat Terhadap Daya Rekat

Berdasarkan data hubungan rasio perekat versus daya rekat sebagai mana terlihat pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2: Grafik rasio campuran batubara-sekam padi terhadap daya rekat

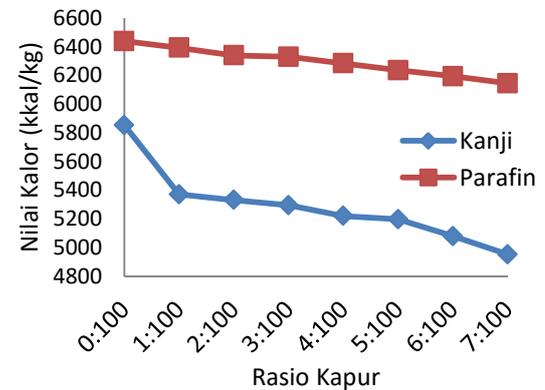
Dari grafik tersebut diatas menunjukkan bahwa daya rekat bio-briket cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya rasio bahan perekat yaitu perekat tepung sago dan parafin masing-masing memberikan kekuatan daya rekat dengan beban tekan 1,59 kg/cm² pada rasio campuran 3: 20, nilai kalor 5573 kkal/kg untuk perekat tepung sago dan 1,16 kg/cm² pada rasio campuran 4 : 20, nilai kalor 7300 kkal/kg untuk perekat parafin, hal ini disebabkan karena distribusi bahan perekat terhadap campuran batubara, sekam padi dapat

merata secara sempurna sehingga campuran menjadi sangat homogen dan bio-briket yang dihasilkan semakin keras dan bahkan mudah retak sehingga kualitasnya menjadi rendah dan dapat dipastikan bahwa bio-briket tersebut sulit terbakar pada awal pembakaran..

Berdasarkan daya rekat dari penggunaan kedua bahan perekat tersebut nampak bahwa perekat dari tepung sago lebih bagus dibandingkan dengan perekat paraffin hal ini disebabkan karena pada perekat tepung sago memiliki kandungan amilum dan amilopektin yang bersifat sebagai perekat alami sehingga gaya adhesi yang ditimbulkan antara zat koloid (perekat) dengan zat padat (campuran batubara-sekam padi) lebih besar dibandingkan dengan gaya adhesi yang ditimbulkan oleh perekat paraffin.

B. Hubungan Rasio Kapur Terhadap Nilai Kalor

Berdasarkan data hubungan rasio kapur versus nilai kalor sebagaimana terlihat pada gambar 3 berikut ini



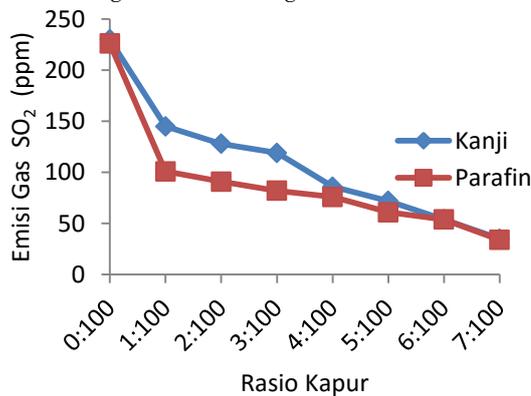
Gambar 3: Profil hubungan antara nilai kalori bio-briket sebagai fungsi rasio kapur

Dari grafik tersebut terlihat bahwa nilai kalori bio-briket baik yang menggunakan perekat kanji maupun perekat parafin sedikit menurun dengan semakin bertambahnya rasio kapur dengan campuran batubara-sekam padi, hal ini disebabkan karena kapur dengan rumus kimia Ca(OH)₂ adalah merupakan senyawa anorganik dimana senyawa tersebut tidak ada unsur penyusun bahan bakar yaitu karbon (C) sehingga dengan penambahan kapur pada campuran batubara-sekam padi yang berlebih, akan berdampak pada penurunan nilai kalori bio-briket yang dihasilkan. Pada penelitian ini

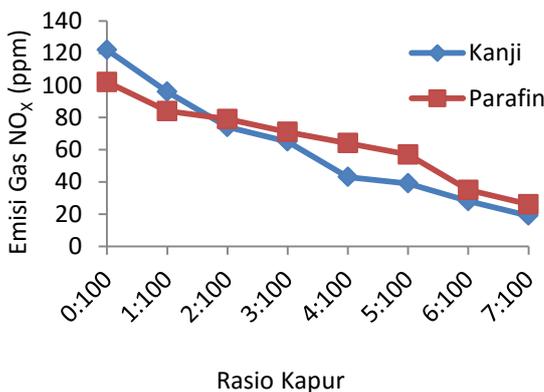
diperoleh nilai kalori masing-masing 5332 kkal/kg untuk perekat kanji dan 6341 kkal/kg untuk perekat parafin. Pemberian bahan imbuhan berupa kapur/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dalam proses pembriketan sebenarnya bertujuan untuk menyerap kotoran dan gas hasil pembakaran terutama gas sulfur dioksida (SO_2).

C. Hubungan Rasio Kapur Terhadap Emisi Gas

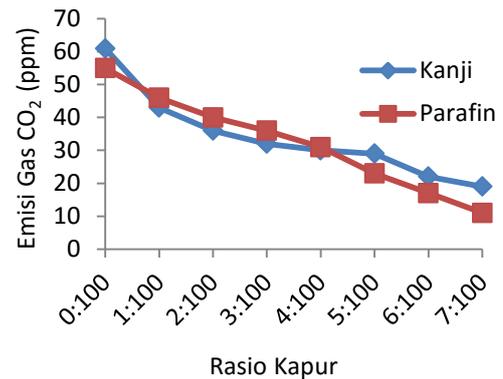
Berdasarkan data hubungan rasio kapur versus emisi gas dengan dua jenis perekat berturut – turut dapat dilihat pada gambar-4a, gambar-4b, gambar-4c dan gambar-4d berikut:



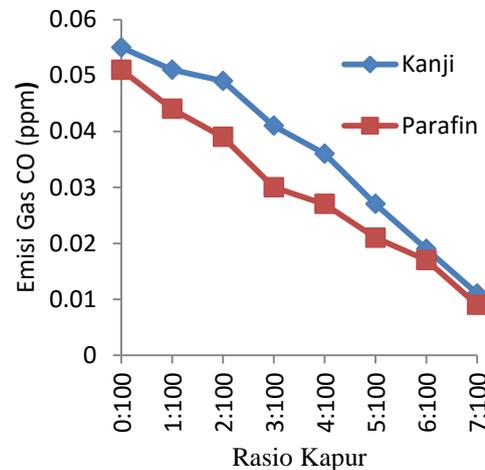
Gambar 4a: Profil hubungan antara emisi gas SO_2 sebagai fungsi rasio kapur



Gambar 4b: Profil hubungan antara emisi gas NO_x sebagai fungsi rasio kapur



Gambar 4c: Profil hubungan antara emisi gas CO_2 sebagai fungsi rasio kapur



Gambar 5d: Profil hubungan antara emisi gas CO sebagai fungsi rasio kapur

Dari grafik terlihat bahwa semakin besar pemberian bahan imbuhan/aditif kapur pada campuran batubara-sekam padi, maka semakin besar pula penurunan emisi gas buang dari hasil pembakaran yaitu SO_2 , NO_x , CO_2 dan CO (gambar-5a, gambar-5b dan gambar-5c dan gambar-5d). Fenomena ini disebabkan karena:

1. Batubara yang digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan bio-briket dengan kandungan sulfur relatif tinggi yaitu antara 2 - 4% sehingga dengan sendirinya apabila bio-briket tersebut dibakar maka dipastikan bahwa konsentrasi gas hasil pembakaran berupa SO_2 dipastikan akan besar. Oleh karena itu dengan memberikan bahan aditif kapur/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebagai zat penyerap secara bervariasi sehingga konsentrasi emisi gas

buang SO₂ dapat teratasi dan bahkan cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi (rasio) kapur dalam campuran batubara-sekam padi sebagaimana terlihat pada gambar-5a. Pada penelitian ini diperoleh emisi gas SO₂ pada dua jenis bahan perekat masini-masing sebesar 173 ppm untuk perekat kanji dan 91 ppm untuk perekat paraffin pada rasio kapur 2 : 100

2. Emisi gas buang NO_x bersama partikel-partikelnya terbentuk dari reaksi pembakaran, dan untuk memperoleh pembakaran sempurna diperlukan udara berlebihan, sementara udara itu sendiri tersusun dari unsur oksigen (O₂) dan nitrogen (N₂). Kedua unsur tersebut dalam reaksi pembakaran terbentuk gas NO_x, gas ini biasanya berupa NO dan NO₂. Sebenarnya gas NO bukan merupakan gas pencemar tetapi gas NO ini mempunyai tendensi untuk menjadi NO₂. Namun dengan adanya pemberian bahan aditif berupa kapur (Ca(OH)₂), sebagai zat penyerap secara bervariasi sehingga konsentrasi emisi gas buang NO_x dapat teratasi dan bahkan cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi (rasio) kapur dalam campuran batubara-sekam padi sebagaimana terlihat pada gambar-5b.

Pada penelitian ini diperoleh emisi gas NO_x pada dua jenis bahan perekat masini-masing sebesar 84 ppm untuk perekat kanji dan 79 ppm untuk perekat paraffin pada rasio kapur 2 : 100

3. Pada proses pembakaran, karbon dioksida (CO₂) yang terbentuk dari reaksi antara Karbon (C) dengan oksigen (O₂), kemudian besar kecilnya gas karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan ditentukan oleh nilai kalori dari bahan bakar selain itu udara dalam hal ini adalah oksigen (O₂), yang dibutuhkan dalam pembakaran harus lebih besar dari kebutuhan stokhiometri. Namun kelebihan udara tersebut perlu diperhitungkan guna untuk menghindari terjadinya pembakaran tidak sempurna, karena pembakaran yang tidak sempurna cenderung menghasilkan gas karbon monoksida (CO). Pada penelitian ini (gambar-5c) menunjukkan bahwa emisi gas karbon dioksida (CO₂) dari hasil pembakaran pada dua jenis bahan perekat cenderung menurun karena nilai kalori bio-briket juga turun dengan meningkatnya rasio kapur,

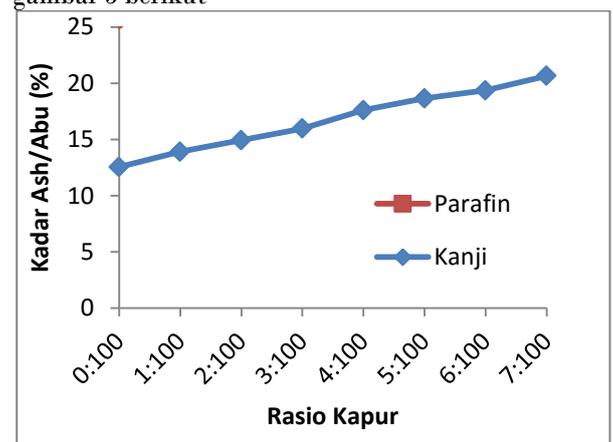
yaitu masing-masing sebesar 36 ppm untuk perekat kanji dan 40 ppm untuk perekat paraffin pada konsentrasi atau rasio kapur 2 : 100 Gas karbon dioksida pada konsentrasi tersebut relatif tinggi, tapi gas tersebut bukan termasuk gas pencemar udara yang berbahaya (B3), namun berdampak pada efek rumah kaca.

4. Sama halnya dengan emisi gas buang lainnya, konsentrasi gas CO dari hasil pembakaran bahan bakar bio-briket juga turun, ini menandakan bahwa dengan meningkatnya rasio kapur sebagai bahan aditif, maka semakin besar juga daya serapnya. Pada penelitian ini diperoleh emisi gas CO hasil pembakaran pada dua jenis bahan perekat masini-masing sebesar 49 ppm untuk perekat kanji dan 39 ppm untuk perekat paraffin pada rasio kapur 2 : 100.

Dari semua emisi gas buang (SO₂, NO_x, CO₂ dan CO) tersebut oleh Kementerian Lingkungan Hidup Nomor:KEP-13/MENLH/III/1995 masih di bawah ambang batas baku mutu emisi udara ambien yaitu maksimum 800 ppm SO₂, 1000 ppm NO_x, dan CO ppm dengan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) dibawah 100, maka angka tersebut masih dalam kategori rendah.

D. Hubungan Rasio Kapur terhadap kadar Ash/abu sisa pembakaran

Berdasarkan data hubungan rasio kapur versus kadar ash/abu sebagaimana terlihat pada gambar 5 berikut



Gambar 6: Profil hubungan antara kadar ash/abu sebagai fungsi rasio kapur

Berdasarkan dari grafik tersebut nampak bahwa semakin besar rasio kapur, maka semakin besar pula kadar ash/abu dalam sisa pembakaran.

Hal ini disebabkan karena zat kapur selain dapat menyerap kotoran juga dapat bereaksi dengan salah satu komponen penyusun yang terdapat dalam bio-briket yaitu sulfur yang bereaksi dengan kapur/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ menjadi gypsum (CaSO_4), selain itu, senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ juga dapat menyerap senyawa silica yang juga terdapat dalam salah satu bahan utama pembuatan bio-briket yaitu sekam padi, semua komponen-komponen tersebut terakumulasi menjadi satu kesatuan berupa ash atau abu sisa pembakaran. Pada penelitian ini diperoleh kadar ash atau abu masing-masing pada perekat kanji sebesar 14,93 % dan 15,45 pada perekat paraffin dengan rasio kapur yang sama yaitu 2 : 100.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. kualitas bio-briket dari campuran batubara-sekam padi diperoleh dua kondisi variable terbaik yaitu: rasio bahan perekat kanji = 3 : 20, rasio bahan perekat paraffin = 4 : 20 dan rasio bahan aditif kapur = 2 : 100.
2. Pada kondisi rasio bahan perekat = 3 : 20 dan 4 : 20 diperoleh daya rekat masing-masing dengan beban tekan = 1, 59 kg/cm^2 dan 1,07 kg/cm^2 serta nilai kalori masing-masing adalah 5573 kkal/kg untuk perekat kanji dan 7300 kkal/kg untuk perekat paraffin
3. Pada kondisi rasio bahan aditif kapur = 2 : 100, dengan perekat kanji diperoleh emisi gas buang dan ash (abu) masing-masing $\text{SO}_2 = 173$ ppm, $\text{NO}_x = 84$ ppm, $\text{CO} = 0,049$ ppm dan ash = 14,93 ppm serta nilai kalori 5332 kkal/kg sedangkan untuk perekat paraffin diperoleh emisi gas buang dan ash (abu) masing-masing $\text{SO}_2 = 91$ ppm, $\text{NO}_x = 79$ ppm, $\text{CO} = 0,039$ ppm dan ash = 15,45 ppm serta nilai kalori 6341 kkal/kg
4. Secara keseluruhan dua variable pembriketan terbaik dari penelitian ini menunjukkan peningkatan kualitas dibandingkan dengan bio-briket yang dihasilkan pada penelitian Hibah Bersaing pada tahun sebelumnya (2008/2009).

B. Saran

1. Untuk lebih meningkatkan kualitas bio-briket dan efisiensi pembakaran maka

disarankan pada penelitian selanjutnya untuk mengembangkan variable pembriketan yang lain khususnya penggunaan bahan perekat yang lebih alami yaitu perekat dari karbohidrat non pangan.

2. Membuat disain sistem pembakaran untuk mendapatkan proses pembakaran bio-briket yang sempurna dan efisiensi thermal yang optimal dengan mengoptimasi beberapa variabel antara lain: ruang bakar, laju alir udara, waktu dan temperatur
3. Menganalisa aspek tekno ekonomi penggunaan bio-briket dibandingkan dengan bahan bakar gas dan minyak

DAFTAR PUSTAKA

- Beritaipetek.com,2008,"Briket Sebagai Alternatif Pengganti Minyak <http://www.coal.ca.com> , March, 2008, "About Coal".
- Hamiudin "Pembuatan Briket Arang" February 19, 2007. Available at : <http://selatan.jakarta.go.id/bangunpra ja/index.php?option=com.content&task=view&id=89&Itemid=1>. Accessed: January 30. 2010
- Kementerian Koordinator Bidang Ekonomi Republik Indonesia, "Era Kebangkitan Energi Indonesia" September 2008 <http://energialternatif.ekon.go.id>. , 2008,
- Mandasini. Aladin , "Pengembangan Bio-briket dari Campuran Batubara-Sekam padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Laporan Penelitian Hibah Bersaing tahun 2008
- Pambudi N. A., "Artikel Energi Alternatif itu Bernama Biomassa" Saturday, March 01, 2008., Available at: <http://netsains.com/2008/03/energy-alternatif-itu-bernama-biomassa.>, Accessed: November 17,2009.
- Robert, P., et al, 1980, "Annual Book Of ASTM Standards" Part 26, American Society For Testing and Materials.
- Roesyadi, A. dan Aladin, A., 2003, "Bahan Bakar Dan Energi Batubara Masa Depan", Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di

Bidang Industri, UGM Yogyakarta 13
Mei 2003.

Sukandarrumidi, 1995, “Batubara dan
Gambut”, ed. 1, Gadjah Mada
University Press, Yogyakarta.

Suyartono and Indria, B., 2000, “The Future of
Coal and its Industry in Indonesia”,
Indonesian Mining Journal, Vol. 6,
October-2000, pp.78-85.

Tribuana, N., 2000, “Pengolahan Abu Terbang
PLTU Batubara ”, *majalah Insinyur
Indonesia on line*, akses: 20 Februari-
2005.