

Kajian Analisis Proksimat pada Briket Batubara dan Briket Biomassa

Theodora Noely Tambaria¹, Berlian Filda Yofita Serli²

¹Teknik Pertambangan ITERA, Jl. Terusan Ryacudu Lampung

²Sains Komputasi ITERA, Jl. Terusan Ryacudu Lampung

Abstrak

Briket merupakan salah satu sumberdaya energi alternatif yang pada penelitian ini membandingkan nilai kalori dan indikasi dampak lingkungan dari briket dengan bahan baku briket adalah batubara, batubara karbonisasi, bambu dan serbuk kayu. Sampel batubara berasal dari tambang batubara PTBA Tanjung Enim, sampel bambu dan serbuk kayu didapatkan disekitar PTBA Tarahan Lampung. Briket dianalisis berdasarkan *total moisture*, *Inherent moisture*, kadar abu, zat terbang, karbon tertambat, total sulfur dan nilai kalori. Hasil analisis *total moisture* tertinggi adalah sampel briket batubara (30,75%) dan terendah adalah briket bambu karbonisasi (9,23%). *Inherent moisture* tertinggi adalah briket batubara (13,4%) dan terendah adalah briket batubara karbonisasi (8,55%). Kadar abu tertinggi adalah briket bambu karbonisasi (14,5%) dan briket batubara karbonisasi (13,08%). Zat terbang tertinggi adalah briket kayu (69,39%) dan terendah adalah briket bambu karbonisasi (8,44%). Kadar karbon tertinggi adalah briket bambu karbonisasi (68,15%) dan terendah adalah briket kayu (17,79%). Semua sampel briket memenuhi standar *total moisture*, *Inherent moisture* dan total sulfur. Sampel yang memenuhi semua standar adalah briket batubara karbonisasi dan briket bambu karbonisasi. Proses karbonisasi pada penelitian ini menyebabkan peningkatan karbon dan penyimpan hidrogen yang lebih baik, mengindikasikan dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif dan tidak memiliki indikasi kontaminasi dan korosi.

Kata kunci : Batubara; biomassa; briket; karbonisasi.

Abstract

Briquette is one of the alternative energy resources and in this study comparing the calorific value and indications of the environmental impact of briquettes with briquette raw materials are coal, carbonized coal, bamboo and wood. Coal samples came from PTBA Tanjung Enim coal mine, bamboo and wood samples were obtained around PTBA Tarahan Lampung. Briquettes are analyzed based on total moisture, Inherent moisture, ash content, volatile matter, fixed carbon, total sulfur and caloric value. The highest total moisture analysis results were coal briquette samples (30,75%) and the lowest was carbonized bamboo briquettes (9.23%). The highest Inherent moisture is coal briquettes (13,24%) and the lowest is carbonized coal briquettes (8,55%). The highest ash content was carbonized bamboo briquettes (14,5%) and carbonized coal briquettes (13.08%). The highest volatile matter are wood briquettes (69,39%) and the lowest is carbonized bamboo briquettes (8,44%). The highest fixed carbon is carbonized bamboo briquettes (68,15%) and the lowest is wood briquettes (17,79%). All briquette samples comply total moisture, Inherent moisture and total sulfur standards. Samples that comply all standards are carbonized coal briquettes and carbonized bamboo briquettes. The carbonization process in this study leads to increased carbon and better hydrogen storage, indicating that it can be used as an alternative energy source with no indication of contamination and corrosion.

Keyword : Coal; biomass; briquette; carbonization.

PENDAHULUAN

Cadangan tertambang batubara yang dimiliki Indonesia sebesar 7 milyar ton (19,53 milyar SBM) dan merupakan cadangan sumber energi yang paling besar dibandingkan dengan minyak bumi yang besarnya 5 milyar SBM, gas 90

TSCF (15,30 milyar SBM), panasbumi 2300 MW dan tenaga air 75 MW (Kebijakan Batubara Nasional, 2004). Peringkat batubara di Indonesia didominasi oleh peringkat rendah 58%, sub bituminous (27%), bituminous (14%) dan sedikit antrasit (Direktorat Inventarisasi Sumber Daya

Mineral, 2003). Pengelolaan Energi Nasional pada 2006 mengarahkan pemanfaatan batubara perlu tingkatan hingga 33% dalam energi bauran pada tahun 2025. Berdasarkan PP no 77/2014 salah satu pemanfaatan batubara dengan cara meningkatkan nilai tambah batubara adalah briket batubara. Keberadaan briket batubara diharapkan sebagai sumber energi alternatif dari bahan bakar minyak dan kayu. Hal ini juga didukung dengan fakta biomassa biasanya memiliki rentang energi 14.651-16.744 KJ yang jauh lebih rendah jika dibandingkan batubara dengan rentang energi 20.930-29.302 KJ (Balasubramani dkk., 2016).

Perkembangan teknologi pada bidang biomassa menyebabkan perlunya pengajian ulang atas bahan baku sumber energi alternatif. Salah bahan baku sumber energi alternatif yang dapat digunakan adalah bambu dan kayu. Bambu merupakan tumbuhan yang pertumbuhannya sangat cepat dan dapat dipanen pada umur 3 – 5 tahun (Morisco, 2006). Bambu tidak memerlukan media tanam yang banyak, karena satu kali menanam dapat diperoleh terus menerus tanpa ada proses penanaman ulang. Dalam proses produksi bambu, 60 % dari bambu dipakai untuk tujuan mebel dan kerajinan, sementara 40 % dari produksi menjadi limbah (Kasmudjo, 2010). Hal serupa juga terjadi pada produksi kayu yang menghasilkan 40,48% dari proses produksi (Purwanto, 2009). Limbah kayu dan bambu merupakan merupakan limbah organik yang memiliki nilai kalor yang cukup tinggi (Sudradjat, 2000). Keadaan limbah kayu dan bambu yang cukup melimpah dan nilai kalor yang cukup tinggi memungkinkan untuk limbah tersebut dapat menjadi energi alternatif. Salah satu bentuk energi alternatif yang dapat dibentuk dari bambu dan kayu adalah briket biomassa.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi dan nilai kalori dari setiap briket, keunggulan dari setiap briket dan indikasi dampak terhadap lingkungan.

METODOLOGI

Sampel briket dibuat dari bahan baku yang berupa batubara, batubara karbonisasi, bambu dan serbuk kayu. Sampel batubara berasal dari tambang batubara PTBA Tanjung Enim yang dikirim ke PTBA Tarahan Lampung untuk kemudian dikirim menggunakan kapal. Pembuatan briket batubara dan batubara karbonisasi dilakukan di pabrik briket PTBA

Natar, Lampung. Sampel batubara yang dibuat menjadi briket adalah batubara peringkat rendah dengan nilai kalori ± 5.900 kcal/kg dari tambang PTBA Bangko Barat (Nurisman dkk., 2017).

Sampel bambu didapatkan dari bambu yang ditanamkan di sekitar PTBA Tarahan Lampung. Sampel serbuk kayu didapatkan dari panglong kayu yang ada di sekitar wilayah PTBA Tarahan Lampung.

Bahan baku batubara pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu briket batubara tanpa karbonisasi dan briket batubara terkarbonisasi. Campuran dari briket batubara tanpa karbonisasi adalah batubara 90%, bahan pengikat 7% dan kapur 3%. Campuran dari briket batubara karbonisasi adalah batubara yang sudah dikarbonisasi 80-90% dan sisanya bahan pengikat dan kapur. Bahan pengikat pada penelitian ini adalah tanah liat, kanji dan air. Kapur yang digunakan pada penelitian ini maksimal 5%.

Briket dari bahan baku bambu dibuat dengan cara dikeringkan tanpa udara dan sedikit udara, *charring*, karbonisasi, pendinginan dan pengemasan. Briket dari bahan baku serbuk kayu dibuat dengan cara dikeringkan tanpa udara, lalu dipadatkan hingga berbentuk silindris (pelet) dengan diameter 6-10 mm dan panjang 1-3 cm.

Semua sampel briket di uji dengan analisis kadar air, proksimat, total sulfur, dan kalori. Kadar air diuji dengan standar kondisi sampel ASTM D3302-74 (2005) dan diuji dengan standar ASTM D2961-74 (2005). Analisa proksimat dilakukan dengan standar ASTM D3172-73 (2005), uji total sulfur dilakukan dengan standar D3177-75 (2005) dan uji kalori dengan standar ASTM D3286-73 (2005). Semua analisis dilakukan di laboratorium Penguji Batubara PTBA Peltar, Tarahan, Lampung.



Gambar 1. Sampel briket penelitian

HASIL

Hasil analisis terdiri dari *total moisture*, *inherent moisture*, kadar abu, zat terbang, karbon tertambat, total sulfur dan nilai kalori. *Total moisture* merupakan total kadar air yang terdapat pada permukaan sampel akibat pengaruh iklim dan lingkungan di sekitar sampel. *Total moisture* diukur dengan presentasi *as receive* (AR) yang memperlihatkan sampel yang diukur dalam keadaan sebenarnya. Hasil *inherent moisture*, kadar abu, zat terbang, karbon tertambat, total sulfur dan nilai kalori pada penelitian ini dalam presentasi *air dried basis* (ADB) yang menandakan kelembaban sampel sama dengan kelembaban udara sekitar.

Kadar Air (*Total moisture*)

Hasil analisis memperlihatkan sampel briket batubara memiliki *total moisture* tertinggi yaitu 30,75% dan *total moisture* terendah adalah briket bambu karbonisasi yaitu 9,23% (Gambar 2). Sampel briket batubara memperlihatkan *total moisture* yang berbeda jauh dengan dengan briket batubara karbonisasi dengan selisih 21,52%. Hal ini disebabkan oleh briket batubara karbonisasi sudah terpengaruh oleh proses karbonisasi yang mengurangi kadar air pada sampel. Briket kayu memiliki *total moisture* 11,86% karena sudah dipengaruhi oleh proses pengeringan dan pemadatan yang mengurangi kadar air yang terdapat pada serbuk kayu. Briket bambu memiliki *total moisture* 9,23% karena dipengaruhi oleh proses pengeringan, karbonisasi dan pemadatan yang mengurangi kadar air dari bambu.

Inherent moisture

Inherent moisture adalah kadar air yang diukur pada sampel dengan kondisi temperatur, waktu dan atmosfer, berat sampel dan peralatan yang spesifik. *Inherent moisture* tertinggi adalah briket batubara (13,24%) dan terendah adalah briket batubara karbonisasi (8,55%) (Gambar 2). Perbedaan *inherent moisture* antara briket batubara dan briket batubara karbonisasi disebabkan oleh proses karbonisasi yang mengurangi kadar air pada sampel. Briket bambu karbonisasi memiliki *inherent moisture* 8,91% sedangkan briket kayu memiliki *inherent moisture* 9,85% yang menandakan bahan baku bambu dan proses karbonisasi mempengaruhi perbedaan *inherent moisture* pada sampel biomassa ini.

Kadar Abu (*Ash Yield*)

Kadar abu tertinggi adalah briket bambu karbonisasi (14,5%) dan briket batubara karbonisasi (13,08%). Briket batubara memiliki kadar abu 5,74% dan briket kayu memiliki kadar abu 3% (Gambar 2). Hasil analisis kadar abu memperlihatkan proses karbonisasi dapat menyebabkan peningkatan kadar abu pada briket.

Zat terbang (*Volatile Matter*)

Zat terbang tertinggi adalah briket kayu (69,39%) dan briket batubara (40,31%) (Gambar 2). Zat terbang terendah adalah briket bambu karbonisasi (8,44%) dan briket batubara karbonisasi (19,10%). Hasil analisis zat terbang memperlihatkan proses karbonisasi dapat menyebabkan penurunan zat terbang pada briket.

Karbon tertambat (*Fixed Carbon*)

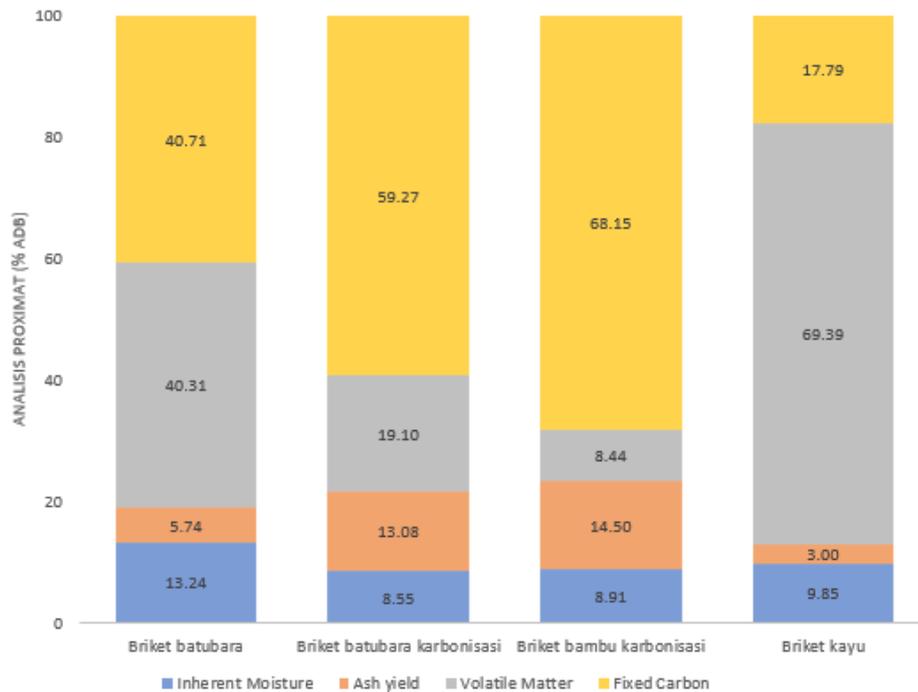
Briket batubara memiliki presentasi karbon tertambat 40,71% (Gambar 2). Proses karbonisasi pada batubara dapat meningkatkan karbon tertambat hingga 59,57%. Proses karbonisasi yang dapat meningkatkan karbon tertambat juga terlihat pada briket bambu karbonisasi dengan karbon tertambat 68,15%. Karbon tertambat terendah pada penelitian ini adalah briket kayu yaitu 17,79%, menunjukkan bahwa kayu memiliki presentasi karbon rendah.

Total Sulfur

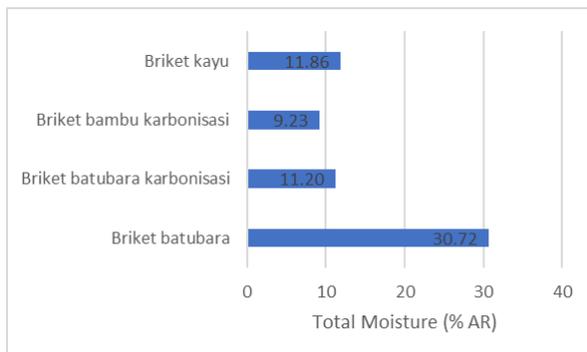
Total sulfur adalah total sulfur yang terdapat di material organik dan anorganik pada sampel. Total sulfur terendah terdapat pada briket biomassa dengan briket kayu 0,19% dan briket bambu karbonisasi 0,3% (Gambar 4). Total sulfur tertinggi terdapat pada briket batubara 0,77% dan proses karbonisasi pada sampel batubara dapat menurunkan total sulfur hingga 0,57%.

Nilai Kalori (*Calorific Value*)

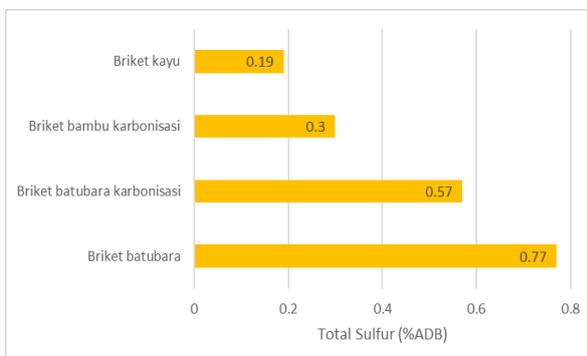
Nilai kalori briket batubara memperlihatkan proses karbonisasi membuat peningkatan kalori dimana briket batubara memiliki 5.844 Kcal/Kg meningkat hingga 5.933 Kcal/Kg (Gambar 5). Briket biomassa memperlihatkan perbedaan yang signifikan dengan briket kayu 4.055 Kcal/Kg dan briket bambu karbonisasi 6.036 Kcal/Kg.



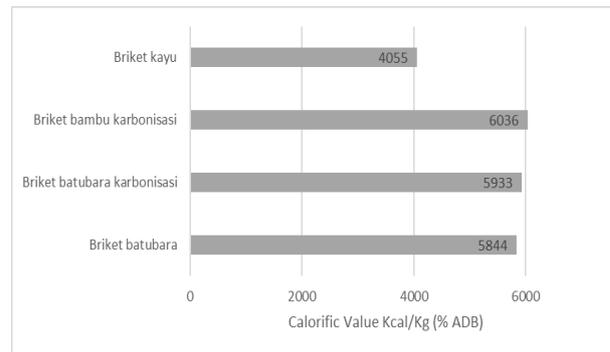
Gambar 2. *Inherent Moisture*, kadar abu, zat terbang dan karbon tertambat dari briket batubara, briket batubara karbonisasi, briket bambu karbonisasi dan briket kayu



Gambar 3. *Total moisture* dari semua briket yang diteliti.



Gambar 4. Total sulfur dari briket batubara, briket batubara karbonisasi, briket bambu karbonisasi dan briket kayu



Gambar 5. Nilai kalori dari briket batubara, briket batubara karbonisasi, briket bambu karbonisasi dan briket kayu

Perbedaan ini dipengaruhi oleh bahan baku yang berbeda dan pengaruh proses karbonisasi.

Standar Briket

Briket batubara dan briket batubara karbonisasi
 Sampel batubara hasil penelitian memiliki kadar air yang lebih tinggi, nilai sulfur yang lebih rendah dan nilai kalor yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan standar briket batubara tidak terkarbonisasi (ESDM, 2006) (Tabel 1). Briket batubara ini bila dibandingkan dengan briket batubara yang diteliti oleh Chen (1997), memiliki kadar abu, zat terbang, karbon tertambat dan sulfur yang lebih rendah. Sampel

Briket batubara terkarbonisasi jika dibandingkan dengan sampel briket batubara terkarbonisasi asal batubara muda (ESDM, 2006), memiliki kadar air yang lebih rendah, zat terbang yang lebih tinggi, sulfur yang lebih rendah dan nilai kalori yang lebih tinggi. Briket batubara terkarbonisasi jika dibandingkan dengan sampel briket batubara terkarbonisasi asal batubara tua (ESDM, 2006), memiliki kadar air yang lebih tinggi, zat terbang yang lebih tinggi dan nilai kalori yang lebih tinggi. Briket batubara karbonisasi jika dibandingkan dengan briket yang di teliti oleh Chen (1997), memiliki kadar abu yang lebih rendah, zat terbang yang lebih rendah, nilai kalor yang lebih tinggi dan nilai sulfur yang lebih rendah. Hasil perbandingan memperlihatkan briket batubara dan briket batubara terkarbonisasi masih dalam standar mutu briket batubara.

Briket Bambu

Sampel briket bambu karbonisasi dibandingkan dengan briket bambu *Japanese Oak*, *Evergreen Oak*, *Mosochiku*, dan *Madake* yang diteliti oleh Hosokawa (2001). Hasil perbandingan memperlihatkan bahwa briket bambu

karbonisasi penelitian memiliki kadar air dan zat terbang yang masih dalam kisaran presentasi briket bambu hasil penelitian Hosokawa (2001), namun untuk kadar abu dan kadar karbon tertambat memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan briket bambu hasil penelitian Hosokawa (2001) (Tabel 2).

Briket kayu (Pelet Kayu)

Sampel briket kayu dibandingkan dengan beberapa standar untuk menilai mutu briket hasil penelitian. Perbandingan briket kayu dengan hasil penelitian Wiinika dkk., (2004), memperlihatkan kadar air yang lebih tinggi, kadar abu yang lebih tinggi, kadar zat terbang yang lebih rendah dan kadar karbon tertambat yang lebih tinggi (Tabel 3). Perbandingan kualitas dilakukan dengan membandingkan dengan pellet hasil penelitian Ozgen dkk., (2014) namun briket hasil penelitian tidak memenuhi standar pellet kualitas tinggi dan pellet kualitas rendah. Berdasarkan Pellet Fuel Institute Standar (PFIS, 2015), sampel briket bambu berada di rentang standar pelet standar dan pelet yang dibuat untuk memenuhi keperluan.

Tabel 1. Standar briket batubara dan briket batubara karbonisasi

Sampel	Moisture (%)	Ash yield (%)	Volatile Matter (%)	Fixed Carbon (%)	Sulfur (%)	CV (Kcal/kg)
Briket batubara (adb%)	13.24	5.74	40.31	40.71	0.77	5844
Briket batubara karbonisasi (adb%)	8.55	13.08	19.10	59.27	0.57	5933
Briket batubara (Chen dan Kojima, 1977)		12.02	40.49	47.53	4	
Briket batubara terkarbonisasi asal batubara muda (ESDM, 2006)	Maksimal 20		Maksimal 15		Maksimal 1	Minimal 4000
Briket batubara terkarbonisasi asal batubara tua (ESDM, 2006)	Maksimal 7.5		Maksimal 15		Maksimal 1	Minimal 5500
Briket batubara tidak terkarbonisasi (ESDM, 2006)	Maksimal 12				Maksimal 1	Minimal 4400

Tabel 2. Standar briket bambu

Sampel	<i>Inherent moisture</i> (%)	Ash yield (%)	Volatile Matter (%)	Fixed Carbon (%)
Briket bambu karbonisasi (% AR)	8.91	14.50	8.44	68.15
Briket <i>Japanese Oak</i> (Hosokawa, 2001)	9.02	1.32	5.6	84.06
Briket <i>Evergreen Oak</i> (Hosokawa, 2001)	6.6	1.8	5.29	86.31
Briket <i>Mosochiku</i> (Hosokawa, 2001)	6.2	2.2	9.3	82.2
Briket <i>Madake</i> (Hosokawa, 2001)	8.5	3.1	9.9	78.5

Tabel 3. Standar briket kayu (pelet kayu)

Sampel	Moisture (%)	Ash yield (%)	Volatile Matter (%)	Fixed Carbon (%)
Briket kayu (% AR)	11.86	2.93	67.81	17.39
Briket kayu (% ADB)	9.85	3.00	69.39	17.79
Pelet kayu (Wiinikka dkk., 2004) (%AR)	8.2	0.40	77.60	13.80
Pelet kualitas tinggi (Ozgen dkk., 2014)	6.8	0.4	47.9	44.9
Pelet kualitas rendah (Ozgen dkk., 2014)	7.1	0.8	48.1	44
Pelet premium (PFIS, 2015)	8	1		
Pelet standar (PFIS, 2015)	10	2		
Pelet yang dibuat untuk keperluan (PFIS, 2015)	10	6		

PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap *total moisture* dan *inherent moisture* memperlihatkan proses karbonisasi yang mempengaruhi kadar air briket (Gambar 2 dan Gambar 3). Berdasarkan *total moisture* dan *inherent moisture* briket batubara terkarbonisasi dan briket bambu terkarbonisasi sangat direkomendasikan karena kadar air yang lebih rendah dan akan lebih efektif jika dibakar. Penelitian terhadap kadar abu pada semua sampel briket memperlihatkan rentang 3% - 14.5% (Gambar 2). Menurut Thomas (2002), kadar abu 10-20% ADB sangat disarankan karena jika kadar abu lebih tinggi ini akan mengurangi efisiensi dalam *blast furnace*.

Semua sampel briket masih dalam batas aman *blast furnace*.

Zat terbang pada hasil penelitian ini memperlihatkan zat terbang yang lebih rendah pada sampel briket hasil karbonisasi (Gambar 2). Hal ini disebabkan zat yang mudah terbang akan semakin berkurang seiring dengan proses pemanasan yang cepat (Chen dan Kojima, 1977). Berdasarkan Thomas (2002), kadar zat terbang merupakan kadar materi yang mudah menguap dengan standar maksimum pada boiler pada umumnya adalah 25-40% (%DAF). Sampel yang memenuhi standar boiler adalah briket batubara dan briket bambu karbonisasi.

Hasil penelitian terhadap kadar karbon tertambat memperlihatkan proses karbonisasi pada briket batubara dan biomassa dapat meningkatkan kadar karbon (Gambar 2). Kadar karbon yang lebih tinggi akan lebih memungkinkan sebagai penyimpanan hidrogen (Huang, 2019). Penyimpanan hidrogen yang lebih baik mengindikasikan sumber energi yang lebih efektif.

Batubara adalah salah satu sumber energi yang tersusun atas sebagian besar karbon dan unsur lain seperti hidrogen, sulfur, nitrogen dan oksigen (Surajo, 2018). Proses karbonisasi yang menyebabkan peningkatan karbon dan penyimpan hidrogen yang lebih baik mengindikasikan briket batubara karbonisasi dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif dengan komposisi hidrokarbon yang lebih baik. Penelitian ini menggunakan bambu yang sudah dikarbonisasi karena arang bambu adalah biokarbon yang ramah lingkungan yang terbentuk dari pirolisis bambu pada suhu tinggi (Zhu, 2014). Berdasarkan Huang (2019), bambu yang dipanaskan pada suhu normal hingga 200°C mengalami peningkatan lignin yang juga mempengaruhi peningkatan karbon. Arang bambu yang di karbonisasi meningkatkan penyimpanan hidrogen dengan cara mengeliminasi asam dan basa dan menggantinya dengan karbon yang tidak berbentuk (Huang, 2019).

Berdasarkan analisa total sulfur, briket batubara yang tidak terkarbonisasi dan terkarbonisasi memiliki kadar sulfur yang tinggi dibandingkan briket biomassa (Gambar 4). Chen (1997) menganalisis bahwa 80% dari total sulfur adalah sulfur organik dan menyatakan semakin tinggi peringkat batubara maka akan semakin rendah kadar sulfur organik dengan ukuran briket batubara yang semakin besar akan memperlama penyimpanan SO₂. Penelitian ini menggunakan batubara peringkat rendah sehingga pada briket dijumpai kadar sulfur yang lebih tinggi. Sulfur yang berlebih merupakan sesuatu yang tidak diinginkan karena berpengaruh pada kontaminasi dan korosi pada pemanas (Taylor dkk, 1998). Hasil perbandingan mutu terhadap semua sampel memperlihatkan kadar sulfur pada briket normal dan mengindikasikan minim kontaminasi dan korosi (Gambar 4).

Analisis nilai kalori memperlihatkan briket hasil karbonisasi memiliki kalori lebih tinggi

dibanding batubara tanpa proses karbonisasi (Gambar 5). Briket batubara karbonisasi dan briket bambu karbonisasi memiliki nilai kalori lebih tinggi sehingga dapat melakukan pembakaran yang lebih efektif karena panas per unit masa yang dihasilkan lebih besar.

Semua sampel briket pada penelitian ini dibandingkan dengan sampel briket hasil penelitian lain yang dengan bahan baku sama. Hasil perbandingan memperlihatkan sampel briket batubara dan briket batubara terkarbonisasi masih dalam standar mutu batubara (Tabel 1). Sampel briket bambu karbonisasi dibandingkan dengan briket bambu *Japanese Oak*, *Evergreen Oak*, *Mosochiku*, dan *Madake* yang diteliti oleh Hosokawa (2001), dengan briket bambu karbonisasi penelitian memiliki kadar air dan zat terbang yang masih dalam kisaran normal, namun untuk kadar abu dan kadar karbon tertambat memiliki nilai yang lebih tinggi (Tabel 2). Kadar abu yang lebih tinggi dapat disebabkan oleh asal bambu, keadaan geologi tempat bambu bertumbuh dan proses karbonisasi. Kadar abu yang tinggi mempengaruhi kadar karbon tertambat pada sampel briket bambu karbonisasi hasil penelitian menjadi lebih rendah. Sampel briket kayu yang dibandingkan dengan penelitian lainnya memperlihatkan briket kayu hasil penelitian termasuk briket kayu kualitas menengah hingga rendah (Tabel 3). Semua sampel dianalisis dengan standar mengurangi koreksi kadar air (% AR dan % ADB) sedangkan beberapa sampel pembanding tidak memperlihatkan kadar koreksinya. Hal ini dapat menyebabkan perbedaan faktor penilaian yang mempengaruhi standar mutu briket.

Secara keseluruhan, briket batubara karbonisasi dan briket bambu karbonisasi adalah briket yang disarankan untuk digunakan, karena daya bakar yang lebih baik dan tidak mengidkasikan kontaminasi dan korosi.

KESIMPULAN

Berdasarkan *total moisture* dan *Inherent moisture* semua sampel briket masih dalam batas aman *blast furnace*, briket batubara terkarbonisasi dan briket bambu terkarbonisasi sangat direkomendasikan karena kadar air yang lebih rendah dan akan lebih efektif jika dibakar. Berdasarkan zat terbang, sampel briket yang memenuhi standar boiler adalah briket batubara dan briket bambu karbonisasi. Proses

karbonisasi pada briket batubara dan biomassa dapat meningkatkan kadar karbon sehingga tepat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Briket hasil karbonisasi memiliki kalori lebih tinggi dibanding batubara tanpa proses karbonisasi. Briket batubara karbonisasi dan briket bambu karbonisasi yang memiliki nilai kalori lebih tinggi dapat melakukan pembakaran yang lebih efektif karena panas per unit massa yang dihasilkan lebih besar. Secara keseluruhan, briket batubara karbonisasi dan briket bambu karbonisasi adalah briket yang disarankan untuk digunakan, karena daya bakar yang lebih baik dan tidak mengindikasikan kontaminasi dan korosi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Institut Teknologi Sumatera yang telah menyediakan dana penelitian (B/334/IT9.C1/PT.01.03/2019) melalui Hibah Penelitian ITERA SMART 2019. Peneliti juga mengucapkan terimakasih ke PTBA Tarahan dan PTBA Natar yang sudah menyediakan tempat dan mendukung penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D3302-74, 2005. Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke: Gaseous Fuels; Coal and Coke, vol.05.06
- ASTM D2961-74, 2005. Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke: Gaseous Fuels; Coal and Coke, vol.05.06
- ASTM D3172-73, 2005. Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke: Gaseous Fuels; Coal and Coke, vol.05.06
- ASTM D3177-75, 2005. Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke: Gaseous Fuels; Coal and Coke, vol.05.06
- ASTM D3286-73, 2005. Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke: Gaseous Fuels; Coal and Coke, vol.05.06
- Balasubramani, P., Anbumalar, V., Nagarajan, M. S., & Prabu, P. M., 2016. Biomass Briquette Manufacturing System Model for Environment. *Journal of Alloys and Compounds*, 686, 859–865. doi:10.1016/j.jallcom.2016.06.233
- Chen, C., dan Kojima, T., 1997. Modeling of Sulfur Retention by Limestone in Coal Briquette. *Fuel Processing Technology*, 53(1-2), 49–67. doi:10.1016/s0378-3820(97)00036-2
- Huang, Y., Zhang, Y., Qi, Y., Yu, Y., & Yu, W., 2019. Identification of Odorous Constituents of Bamboo During Thermal Treatment. *Construction and Building Materials*, 203, 104–110. doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.01.054
- Morisco, 2006. *Pemberdayaan Bambu dalam Revolusi Hijau*. Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nurisman, E., Lubis, J.T., Wahyudi, A., 2017. *Studi Eksperimental Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Rendemen dan Kualitas Semikokas (Coalite) Berdasarkan Analisis Proksimat dan Nilai Kalori di Pabrik Briket, PT. Bukit Asam (Persero) Tbk*, Seminar Nasional AVoER IX 2017, Palembang.
- Kasmudjo, 2010. *Teknologi Hasil Hutan. Suatu Pengantar. Identifikasi Kayu, Sifat-Sifat Kayu, Teknologi Pengolahan Hasil Hutan, Potensi dan Prospek*. Penerbit Cakrawala Media. Yogyakarta.
- Ozgen, S., Caserini, S., Galante, S., Giugliano, M., Angelino, E., Marongiu, A., Hugony, F., Migliavacca, G., Morreale, C., 2014. Emission Factors from Small Scale Appliances Burning Wood and Pellets. *Atmospheric Environment*, 94, 144–153
- Purwanto, D., 2009. Analisa Jenis Limbah Kayu pada Industri Pengolahan Kayu di Kalimantan Selatan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan Vol. 1, No. 1*, Juni 2009 : 14–20.
- Sudradjat, R., 2000. *The Potensial of Biomass Energy Resources in Indonesia for the Possible Development of Clean Technology Process (CPT)*. Laporan Penelitian Jakarta, Jakarta
- Surajo Ibrahim Kirare, A., 2018. *Differences Between Coal and Hydrocarbons (Petroleum)*. 10.5281/zenodo.1484646.
- Taylor, G. H., Teichmuller, M., Davis, A., Diesel, C. F., Littke, R., dan Robert, P. 1998. *Organic Petrology*. Berlin, Stuttgart: Gebruder Borntraeger. 685 p
- Thomas, L., 2002. *Coal Geology*, John Wiley & Sons. 400 p.

- Wiinikka, H., & Gebart, R., 2004. Experimental investigations of the influence from different operating conditions on the particle emissions from a small-scale pellets combustor. *Biomass and Bioenergy*, 27(6), 645–652. doi:10.1016/j.biombioe.2003.08.020
- Zhu, J., Jia, J., & Tjong, S. C., 2014. Preparation, Structure, and Application of Carbon Nanotubes/Bamboo Charcoal Composite. *Nanocrystalline Materials*, 1–25. doi:10.1016/b978-0-12-407796-6.00001-4.

