



Karakteristik Bio-Briket Berbahan Baku Batu Bara dan Batang/Ampas Tebu terhadap Kualitas dan Laju Pembakaran

Nurhalim^{1*}, Rochim Bakti Cahyono², Muslikin Hidayat²

¹Magister Teknik Sistem, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Jl Teknik Utara No.3 (Timur PAU), Berek, Yogyakarta, 55281

²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Jl Grafika No. 2, Yogyakarta, 55281

*Alamat korespondensi: halim_kencong@yahoo.co.id

(Submisi: 4 Mei 2018; Revisi: 20 Juni 2018; Penerimaan: 21 Juni 2018)

ABSTRACT

Indonesia has a very large fossil fuel source such as coal. In Indonesia, almost all power plants and industries use coal as solid fuel. Burning coal produces fly ash, bottom ash, poisonous gas and unused coal residue. The coal waste is commonly found in mining operations, abandoned mining areas, laboratories and power plants. This problem could be solved by producing bio-briquette using the coal waste. In this study, laboratory scale pyrolysis and non pyrolysis methods were used to produce bio-briquette using the coal waste with measurement of proximate analysis and burning rate. Pyrolysis was carried out at constant temperature of 400 °C for 2 hours. The total weight of briquette sample as much as 99.87 g was burnt at 400 °C with sufficient air space in the furnace. The waste coal was mixed with biomass bagasse and sugar cane stems before the briquetting process. The composition of the briquette material was 50 g of coal waste, 30 g of sugar cane biomass, and 10 g of bagasse. To form the briquette, tapioca was used as adhesive in addition to 5 g of clay with 50 mesh of size and application of 50 kg/cm² pressure. The result of proximate analysis and combustion of the non-pyrolysis bio-briquette showed that non-pyrolysis bio-briquette contained 4.17 % of moisture content, 18.39% of fly ash, 25.56% of ash content, 5157.87 cal/g of calorific value. The mass of of pyrolysis bio-briquette (50 g) decreased to 30 g during 30 minutes, the compulsion reached maximum speed on 1.93 g/s and the smoke disappeared on the 24th minute The pyrolysis process on coal waste decreased the smoke and the addition of biomass increased the calorific value of bio-coal briquette.

Keywords: coal, burning sugar cane, bagasse

ABSTRAK

Indonesia memiliki sumber energi fosil yang sangat besar seperti batu bara. Hampir seluruh pembangkit listrik dan industri di Indonesia menggunakan menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. Batu bara memiliki limbah berupa *fly ash*, *bottom ash*, gas beracun dan sisa batu bara yang tidak terpakai. Limbah batu bara tidak terpakai banyak terdapat di pertambangan yang masih beroperasi, sisa lahan pertambangan, laboratorium, dan pembangkit listrik, sehingga perlu penanganan yang tepat seperti pembuatan briket bio-batu bara. Pada pembuatan briket bio-batu bara ini, batu bara diproses menggunakan metode pirolisis dan tanpa pirolisis dengan skala laboratorium. Proses pirolisis menggunakan suhu 400 °C selama 2 jam. Berat sampel briket sebesar 99,87 g dibakar pada suhu pembakaran 400 °C dengan menggunakan udara ruang didalam *furnace*. Sebelum proses pembriketan, batu bara yang telah mengalami proses pirolisis dan tanpa pirolisis dicampur dengan limbah biomassa ampas dan batang tebu. Variabel penelitian menggunakan 50 g limbah batu bara, 30 g biomassa

DOI: [10.22146/jrekpros.35278](https://doi.org/10.22146/jrekpros.35278)

Copyright © 2018 THE AUTHOR(S). This article is distributed under a Creative Commons Distribution-ShareAlike 4.0 International license.

e-ISSN 2549-1490 p-ISSN 1978-287X

batang tebu dan 10 g ampas tebu. Briket bio-batu bara menggunakan perekat tepung kanji dan tanah liat dengan berat masing-masing 5 g. Sedangkan untuk tingkat kelembutan setiap bahan briket adalah 50 mesh dengan kuat tekan 50 kg/cm². Hasil analisis proksimat briket bio-batu bara PP (50 g) mengandung kadar air sebesar 4,17%, zat terbang 18,39%, kadar abu 25,56%, nilai kalori sebesar 5157,87 kal/g. Briket bio-batu bara dengan pirolisis (50 g) mengalami penurunan massa sebanyak 30 g selama 30 menit, laju pembakaran mencapai kecepatan maksimum 1,93 g/s dan asap hilang pada menit ke-24. Batu bara dengan proses pirolisis dapat menurunkan asap dan penambahan biomassa dapat menaikkan nilai kalori briket bio-batu bara.

Kata kunci: batu bara, batang tebu sisa pembakaran, ampas tebu

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya dengan berbagai sumber daya alam dan mineral, seperti batu bara, minyak bumi, gas alam, logam mulia dan sumber mineral lainnya. Berdasarkan rasio R/P (*Reserve/Production*) tahun 2014, minyak bumi akan habis dalam 12 tahun, gas bumi 37 tahun dan batu bara akan habis dalam 70 tahun (BPPT, 2016).

Dari data BPPT tahun 2016, sumber energi fosil yang akan habis cukup lama adalah batu bara. Batu bara memiliki limbah padat batu bara yang terkenal seperti *battom ash* dan *fly ash*. Di lokasi bekas pertambangan, laboratorium atau *geoservice* dan PLTU, banyak sisa batu bara yang tidak terpakai dan belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah batu bara yang tidak terpakai mempunyai potensi sebagai bahan bakar briket batu bara. Menurut Kepmen ESDM (2017) perkiraan kebutuhan briket untuk kepentingan dalam negeri oleh pemakai batu bara pada tahun 2017 mencapai 26.000 ton dengan persentase sebesar 0,02% dan nilai kalori sebesar 3.500 kkal/kg.

Untuk pembuatan bahan bakar briket batu bara yang ramah lingkungan, perlu mendapatkan perlakuan khusus seperti penambahan biomassa. Pembuatan bahan bakar briket yang berasal dari campuran batu bara dan biomassa disebut sebagai briket bio-batu bara. Menurut Permen ESDM 047-2006 bahan baku bio-briket batu bara terdiri dari: batu bara, biomassa, bahan pengikat dan kapur. Komposisi campurannya adalah batu bara 50%-80%, biomassa 10%-40%, bahan pengikat 5%-10%, bahan imbuah (kapur) 0%-5%.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan limbah batu bara yang tidak terpakai menjadi bahan bakar briket bio-batu bara. Briket batu bara dan bio-batu bara yang baik harus memiliki nilai kalori yang sesuai standar SNI 2006 sebesar 4400 kkal/kg. Untuk menaikkan nilai kalori briket bio-batu bara, bahan baku perlu mendapat perlakuan seperti metode pirolisis dan karbonisasi sebelum pembriketan.

Dalam pembuatan briket bio-batu bara ini, bahan baku batu bara mengalami proses pirolisis sebelum proses pembriketan. Tujuan perlakuan proses pirolisis bahan baku batu bara adalah untuk meningkatkan nilai kalori briket. Pada penelitian sebelumnya, telah terbukti bahwa proses pirolisis kulit durian menghasilkan nilai kalori 5726,17 kal/g, sedangkan proses karbonisasi mempunyai nilai kalori 3418,98 kal/g (Ridhuan dan Suranto, 2016).

Limbah biomassa ampas dan batang tebu ditambahkan sebagai campuran briket bio-batu bara karena memiliki nilai kalori yang tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Faizal dkk. (2015), menyebutkan bahwa komposisi briket bioarang kualitas terbaik yaitu 10% sekam padi, 50% enceng gondok dan 40% batu bara dengan suhu karbonisasi biomassa sebesar 300 °C dan batu bara 500 °C.

Potensi briket bio-batu bara berbahan baku batu bara, limbah biomassa ampas dan batang tebu sisa pembakaran lahan dapat mengatasi kelangkaan energi domestik, sehingga dapat membantu perekonomian terutama UKM, pedagang kaki lima dan masyarakat yang masih menggunakan bahan bakar fosil. Briket bio-batu bara dengan bahan baku batu bara yang telah mengalami proses pirolisis memiliki lama nyala

cukup panjang, asap berkurang pada saat pembakaran dan mempunyai kualitas yang baik sesuai dengan standar SNI 2006.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan

- Limbah batu bara sebagai bahan utama pembuatan briket bio-batu bara.
- Arang ampas tebu (AT) dan batang tebu (BT) sisa pembakaran lahan berfungsi untuk mempermudah penyalaan awal briket dan mengurangi emisi gas berbahaya.
- Tepung tapioka atau kanji yang berfungsi sebagai perekat briket bio-batu bara.
- Kapur (CaO) untuk mereduksi kandungan sulfur (S) pada batu bara.
- Tanah lempung untuk mengurangi bau sulfur batu bara dan sebagai perekat briket bio-batu bara.

2.2 Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah proses pirolisis (PP) dan tanpa pirolisis (TP). Sampel pertama limbah batu bara di pirolisis pada suhu 400 °C selama 2 jam. Sampel batu bara kedua tanpa menggunakan proses pirolisis. Perlakuan proses pirolisis (PP) dan tanpa pirolisis (TP) bahan baku batu bara bertujuan untuk membandingkan kualitas kedua briket. Biomassa ampas dan batang tebu dikarbonisasi secara konvensional tanpa menggunakan parameter waktu dan suhu.

Pengujian briket bio-batu bara dilakukan dengan analisis proksimat dan laju pembakaran. Dalam proses uji laju pembakaran, briket bio-batu bara dibakar pada suhu pembakaran 400 °C menggunakan udara ruang pada *furnace* dan pengamatan penurunan massa dilakukan setiap 2 menit selama 30 menit dan 2 jam.

Proses pembriketan menggunakan 2 variabel bebas yaitu limbah batu bara tanpa pirolisis TP (50 g) dan proses pirolisis PP (50 g). Untuk masing-masing variabel ditambahkan arang biomassa ampas tebu (AT) 10 g dan arang batang tebu (BT) 30 g. Sebagai bahan perekat briket digunakan 5 g tanah lempung basah dan 5 g tepung kanji dengan menambahkan air 50 mL,

selanjutnya dipanaskan sampai mengental dan ditambahkan kapur (CaO) 5 g sebagai binder.

Semua bahan briket bio-batu bara mempunyai ukuran partikel sebesar 50 *mesh* dan kuat tekan sebesar 50 kg/cm². Proses pengeringan briket bio-batu bara dilakukan 8 hari tanpa dijemur di bawah sinar matahari, kemudian dioven dengan suhu 80 °C selama 1 jam.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam pembuatan briket arang, batu bara dan bio-batu bara yang berkualitas harus memiliki standar SNI. Pada penelitian briket bio-batu bara berbahan batu bara, batang dan ampas tebu mengacu pada SNI 2006. Permen ESDM No. 047 Tahun 2006 menyatakan bahwa briket bio-batu bara memiliki SNI sebagai berikut: kadar air total 15%, kadar abu maksimal 20%, zat terbang sesuai bahan baku dan nilai kalori 4400 kkal/kg. Hasil perbandingan uji proksimat briket bio-batu bara dengan perlakuan proses pirolisis (PP) dan tanpa pirolisis (TP) bahan baku batu bara disajikan dalam pembahasan berikut.

3.1 Karakteristik Bahan Baku Batu bara

Tabel 1 merupakan hasil uji proksimat batu bara tanpa pirolisis (TP) dan proses pirolisis (PP). Hasil uji proksimat proses pirolisis dapat menaikkan nilai karbon terikat dan kalori batu bara. Kadar air dan zat terbang di dalam batu bara pada saat suhu pirolisis mencapai 200 °C mulai menguap. Menurut Rumbino (2016) pada tingkat pertama di bawah temperatur 200 °C, dekomposisi masih terjadi perlahan dan mulai melepaskan sejumlah kecil kombinasi kimia air, oksida dari karbon, dan hidrogen.

Tabel 1. Uji proksimat batu bara

Bahan baku	Kadar air (%)	Zat terbang (%)	Kadar abu (%)	Karbon terikat (%)	Kalori (kal/g)
Batu bara	2,75	29,03	24,03	43,30	5762,77
Batu bara Pirolisis	0,89	23,59	16,76	58,70	6481,78

Tabel 2. Uji kadar air dan nilai kalori

Bahan baku	Kadar Air (%)	Nilai kalori (%)
Batang tebu	12,42	4812,51
Ampas tebu	10,61	4781,36
Arang batang tebu	5,64	6270,21
Arang ampas tebu	6,38	6448,72

Pada Tabel 2 disajikan hasil uji kadar air dan nilai kalori batang dan ampas tebu. Proses pengarangan batang tebu dan ampas tebu dibakar dalam drum dengan sedikit udara tanpa menggunakan parameter suhu dan waktu. Proses pengarangan batang dan ampas tebu membutuhkan waktu 5-7 jam sampai api dalam arang mati. Karbonisasi merupakan metode atau teknologi untuk memperoleh arang sebagai produk utama dengan memasukkan biomassa padat seperti kulit durian, kayu, sekam padi (Ridhuan dan Suranto, 2016).

3.2 Uji Proksimat Briket Bio-Batu Bara

Tabel 3 menyajikan hasil uji proksimat briket bio-batu bara TP (50 g) dan PP (50 g) setelah proses pembriketan. Dalam tabel terlihat bahwa ada perbedaan kandungan kadar air, abu, zat terbang, karbon terikat dan nilai kalori setelah proses pembriketan.

Tabel 3. Uji proksimat briket bio-batu bara

Bahan baku	Kadar air (%)	Zat terbang (%)	Kadar abu (%)	Karbon terikat (%)	kalori (kal/g)
Briket TP (50 g)	5,23	23,87	24,37	51,06	4874,96
Briket PP (50 g)	4,17	18,39	25,76	51,68	5157,87

Hasil uji proksimat pada Tabel 3 campuran batu bara proses pirolisis dan tanpa proses pirolisis berpengaruh terhadap kadar air, abu, zat terbang, karbon terikat dan nilai kalori briket bio-batu bara yang diuraikan sebagai berikut.

a. Pengaruh Campuran Batu Bara Pirolisis dan tanpa Pirolisis terhadap Kadar Air

Proses pirolisis dan tanpa pirolisis batu bara berpengaruh pada kadar air briket bio-batu bara. Setelah proses pembriketan, kadar air briket TP (50 g) lebih tinggi karena batu bara yang tidak mengalami proses pirolisis

mengandung kadar air 2,75%, sehingga sangat berpengaruh pada briket bio-batu bara. Batu bara memiliki kadar air berupa *inherent moisture* atau air bawaan dari batu bara dan *free moisture* atau air yang menempel pada permukaan batu bara (Sukandarrumidi, 2017).

Di lain pihak, briket bio-batu bara PP (50 g) mengandung kadar air lebih kecil daripada TP (50 g). Kadar air batu bara yang telah mengalami proses pirolisis hanya sebesar 0,89%, sehingga pada saat proses pembriketan membantu menurunkan kadar air briket bio-batu bara PP (50 g).

b. Pengaruh Campuran Batu Bara Pirolisis dan tanpa Pirolisis terhadap Zat Terbang

Proses pembriketan berpengaruh terhadap zat terbang briket bio-batu bara TP (50 g) dan PP (50 g) disebabkan penambahan perekat tanah lempung dan kapur (CaO). Penambahan kapur dan tanah lempung pada briket bio-batu bara dapat mengurangi kandungan emisi, sehingga *volatile matter* juga berkurang setelah proses pembriketan. Penambahan kapur dan tanah lempung pada briket bio-batu bara dapat mengurangi kandungan emisi, sehingga *volatile matter* juga berkurang setelah proses pembriketan, selain berkurangnya emisi juga dikarenakan telah berkurangnya zat terbang (*volatile matter*) yang terdapat dalam batu bara sebagai akibat karbonisasi (Budiyanto dkk., 2008).

Campuran biomassa arang batang dan arang ampas tebu juga berpengaruh terhadap penurunan zat terbang pada briket bio-batu bara, emisi berkurang maka *volatile matter* juga berkurang, karena biomassa dapat menyerap kandungan zat terbang pada briket bio-batu bara. Pemakaian biomassa bertujuan selain untuk menurunkan temperatur penyalaan briket, juga untuk mempercepat proses pembakaran yang sempurna dari briket, sehingga dapat mengurangi emisi gas buang (Permen ESDM, 2006).

c. Pengaruh Campuran Batu Bara Pirolisis dan tanpa Pirolisis terhadap Kadar Abu

Kadar abu briket bio-batu bara mengalami kenaikan setelah proses pembriketan. Kadar abu yang tinggi disebabkan karena adanya penambahan tanah lempung dan kapur. Tetapi dari hasil uji proksimat batu bara, kadar karbon terikat PP (50 g) lebih besar daripada TP (50 g). Kemungkinan besar pada saat pembakaran, karbon terikat terbakar habis, sehingga dihasilkan abu dalam jumlah yang banyak. Hal ini sesuai dengan teori, dimana semakin lama waktu karbonisasi, maka kadar abu semakin meningkat karena karbon akan habis terbakar dan menyisakan abu yang merupakan hasil pembakaran (Junary dkk., 2015).

d. Pengaruh Campuran Batu Bara Pirolisis dan tanpa Pirolisis terhadap Karbon Terikat

Batu bara memiliki kandungan kadar karbon terikat yang lebih tinggi daripada biomassa, tetapi setelah dipirolisis mengalami kenaikan karbon terikat, karena berkurangnya kadar air, kadar abu dan zat terbang pada saat pirolisis. Semakin berkurang kadar air, kadar abu dan zat terbang, maka akan semakin tinggi karbon terikat pada material tersebut. Briket memiliki kadar air, kadar abu dan kadar menguap yang tinggi, maka kadar karbon terikat semakin tinggi (Hasan dkk., 2017).

e. Pengaruh Campuran Batu Bara Pirolisis dan tanpa Pirolisis terhadap Nilai Kalori

Nilai kalori batu bara tanpa pirolisis sebesar 5762,77 kal/g, sedangkan proses pirolisis mengalami kenaikan sebesar 6481,78%. Ketika proses pembriketan, terjadi penurunan nilai kalori pada briket bio-batu bara, karena adanya penambahan perekat tanah lempung dan kapur. Pengikat anorganik seperti PVA, semen, lempung dan natrium silikat mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari pengikat, sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor (Maharsa dan Muhammad., 2012).

3.2 Pengaruh Batu Bara Proses Pirolisis dan tanpa Pirolisis terhadap Pembakaran Briket

Pembakaran briket bio-batu bara pada suhu 400 °C menggunakan udara pembakaran di dalam *furnace*. Pengamatan penurunan massa setiap 2 menit selama 30 menit, kemudian dilakukan pengamatan selama 2 jam pembakaran. Data pengamatan penurunan massa briket disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penurunan massa pembakaran briket

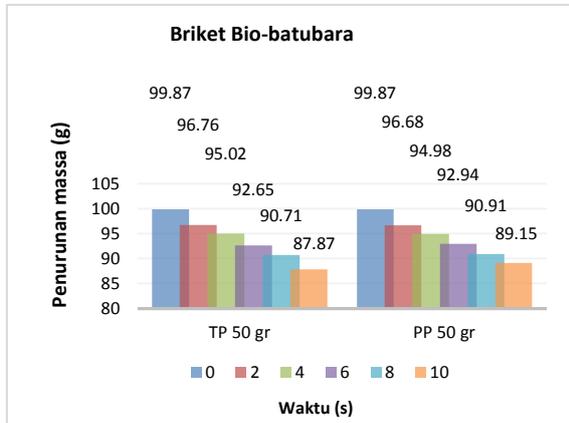
Waktu (s)	TP (50 g)	Suhu (°C)	PP (50 g)	Suhu (°C)
0	99,87	400	99,87	400
2	96,76	418	96,68	407
4	95,02	421	94,98	409
6	92,65	425	92,94	406
8	90,71	424	90,91	404
10	87,87	421	89,15	401
12	85,52	426	87,35	401
14	83,24	427	85,36	402
16	80,73	429	83,43	417
18	78,59	430	81,50	410
20	76,28	430	79,83	411
22	74,69	429	75,96	405
24	72,83	428	74,69	398
26	71,80	425	73,34	402
28	70,71	419	71,96	398
30	69,87	420	70,12	414
2 jam	35,40	-	36,07	-

Tabel 4 menunjukkan bahwa terjadi penurunan massa dan kenaikan temperatur pembakaran pada briket bio-batu bara TP (50 g) di dalam *furnace* disebabkan kandungan zat terbang TP (50 g) lebih tinggi daripada PP (50 g). Kadar zat terbang sangat berpengaruh pada pembakaran, semakin tinggi zat terbang, pembakaran akan semakin cepat dan lama nyala akan semakin pendek. Menurut Jamilatun (2008), jika kandungan volatilnya tinggi, maka briket akan mudah terbakar dengan kecepatan pembakaran tinggi.

Penurunan masa briket bio-batu bara PP (50 g) lebih sedikit dan kenaikan temperatur pembakaran tidak begitu besar, karena karbon terikatnya lebih tinggi dibandingkan TP (50 g), sehingga pembakarannya lambat. Untuk mendapatkan briket dengan waktu pembakaran yang cukup lama dan waktu penyalaan yang

relatif lebih singkat, diperlukan kadar karbon padat yang tinggi (Fachry dkk., 2010).

Pada saat pembakaran briket bio-batu bara TP (50 g) asap hilang pada menit ke-28, sedangkan pada PP (70 g) asap hilang pada menit ke-24.



Gambar 1. Penurunan massa briket bio batu bara

Gambar 1 menunjukkan pengurangan massa pada menit ke-0 sampai 10. Briket bio-batu bara TP (50 g) lebih besar daripada PP (50 g). Zat terbang dan karbon terikat sangat berpengaruh pada pembakaran briket.

3.2 Laju Pembakaran Briket Bio-Batu Bara

Laju pembakaran merupakan proses pengujian bahan bakar padat seperti kayu, briket dan pelet untuk mengetahui lama nyala bahan bakar padat, kemudian mengamati penurunan massa terhadap waktu. Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama menyala bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar (Almu dkk., 2014).

Tabel 5 merupakan pengurangan massa briket tiap 2 menit selama 30 menit. Setelah penurunan massa diketahui, maka akan dapat diketahui laju pembakaran tiap menitnya. Pengurangan massa saat pembakaran briket setiap 2 menit mengalami penurunan yang tidak stabil. Hasil pengamatan akan disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 2.

Pada Tabel 5 laju pembakaran briket bio-batu bara TP (50 g) terbesar terjadi pada menit ke-2 dan 10 sebesar 1,55 g/s dan 1,42 g/s. Sedangkan briket bio-batu bara PP (50 g) laju

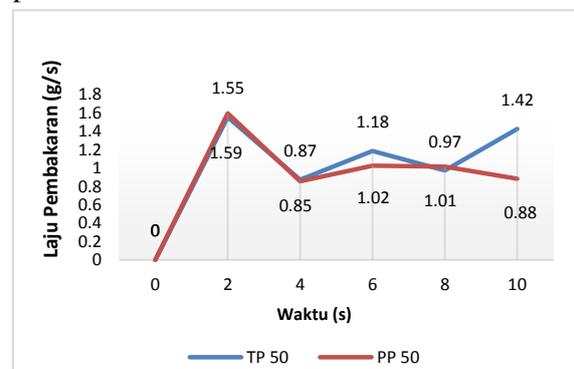
pembakaran terbesar terjadi pada menit ke-2 dan 22 sebesar 1,59 g/s dan 1,93 g/s.

Tabel 5. Laju pembakaran briket bio-batu bara

Waktu (s)	TP (50 g)	Laju Pembakaran (g/s)	PP 50 (g)	Laju Pembakaran (g/s)
0	0	0	0	0
2	3,11	1,55	3,19	1,59
4	1,74	0,87	1,7	0,85
6	2,37	1,18	2,04	1,02
8	1,94	0,97	2,03	1,01
10	2,84	1,42	2,03	0,88
12	2,35	1,17	1,99	0,9
14	2,28	1,14	1,93	0,99
16	2,51	1,25	1,93	0,96
18	2,14	1,07	1,93	0,96
20	2,31	1,15	1,67	0,85
22	1,59	0,79	3,87	1,93
24	1,86	0,93	1,27	0,63
26	1,03	0,51	1,35	0,67
28	1,09	0,54	1,38	0,69
30	0,84	0,42	1,84	0,92

Dilihat dari penurunan massa selama 30 menit, pada briket bio-batu bara TP (50 g) penurunan massanya mulai berkurang, karena zat terbang mulai habis terbakar. Sedangkan PP (50 g) penurunan massa semakin meningkat, karena karbon terikat mulai terbakar. Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pada pembakaran 2 jam penurunan massa terbalik PP (50 g) mengalami pengurangan massa menjadi lebih besar dibandingkan TP (50 g). Hal ini disebabkan karbon terikat mulai terbakar, sehingga penurunan massa menjadi besar.

Laju pembakaran briket bio-batu bara TP (50 g) dan PP (50 g) pada Tabel 5 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Laju pembakaran briket

Gambar 2 menunjukkan laju pembakaran briket bio-batu bara setiap menit ke-2 sampai ke-30 mengalami fluktuasi. Hal ini disebabkan oleh perekat tanah lempung dan kapur. Menurut Maharsa dan Muhammad (2012) pengikat anorganik seperti PVA, semen lempung dan natrium silikat mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari pengikat, sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor.

Pada saat batu bara dan biomassa terbakar, akan terjadi penurunan massa dan kenaikan suhu pembakaran. Tetapi pada saat tanah lempung dan kapur mulai terbakar, maka penurunan suhu mulai berkurang dan suhu pembakaran semakin menurun.

4. Kesimpulan

Perbedaan proses, yaitu proses pirolisis dan tanpa pirolisis, sangat berpengaruh pada kualitas briket bio-batu bara. Hasil uji proksimat briket bio-batu bara PP (50 g) dan TP (50 g) yang meliputi kadar air, zat terbang, kadar abu, karbon terikat dan nilai kalori memenuhi SNI 2006, tetapi kadar abu tidak sesuai standar mutu. Campuran batu bara pirolisis dan tanpa pirolisis pada pembakaran briket bio-batu bara TP (50 g) dan PP (50 g), juga berpengaruh pada hilangnya asap, penurunan massa dan laju pembakaran.

Daftar notasi

TP = Tanpa Pirolisis
PP = Proses Pirolisis

Daftar Pustaka

Almu, A. M., Syahrul, Padang, A. Y., 2014. analisis nilai kalor dan laju pembakaran pada briket campuran biji nyamplung (*Calophyllum innophyllum*) dan abu sekam padi, *Dinamika Teknik Mesin*, 4, 117-122
BPPT, 2016, Pengembangan Energi Untuk Mendukung Industri Hijau, Outlook Energi Industri, Jakarta
Budiyanto., Marsigit, W., Wulansari., 2008, Pemanfaatan Arang Cangkang Sawit untuk Memperbaiki Karakteristik Briket Batu Bara

untuk Keperluan Rumah Tangga, Prosiding Seminar Bidang Ilmu Pertanian BKS PTN Wilayah Barat, Universitas Bengkulu
Fachry, A. R., Sari, T. I., Dipura. A. Y., Najamudin, J., 2010, Mencari suhu optimal proses karbonisasi dan pengaruh campuran batu bara terhadap kualitas briket eceng gondok, *Jurnal Teknik Kimia*, No.2 Vol. 17, Hal. 65 Universitas Sriwijaya
Faizal, M., Saputra, M., Zaenal, F. A., 2015. Pembuatan briket bioarang dari campuran batu bara dan biomassa sekam padi dan eceng gondok, *Jurnal Teknik Kimia*, 21 (4), 27-38
Hasan E. S., Jahiding, M., Arsyad, J. 2017, Analisis *proximate* dan nilai kalor briket *hybrid (brown coal – kulit durian)* dengan perekat *liquid volatile matter (LVM)* yang dipreparasi dengan metode pirolisis, *Jurnal Aplikasi Fisika*, 13 (1), 14-21
Jamilatun, S., 2008, Sifat-sifat penyalaan dan pembakaran briket biomassa, briket batu bara dan arang kayu, *Jurnal Rekayasa Proses*, 2 (2), 37-40
Junary, E., Pane, P. J., Herlina, N., 2015, Pengaruh suhu dan waktu karbonisasi terhadap nilai kalori dan karakteristik pada pembuatan bioarang berbahan baku pelepah aren (*Arenga pinnata*), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4 (2), 46-52
Kepmen ESDM., 2017, Penetapan Kebutuhan dan Persentase Minimal Penjualan Batu Bara untuk Kepentingan Dalam Negeri Tahun 2017, Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 2183 K/30/MEM/2017, Jakarta.
Maharsa, L., Muhammad., 2012, Pengaruh variasi komposisi campuran pada biobriket kulit mete dan sekam padi terhadap laju pembakaran, *Jurnal Rotasi*, 14 (4), 15-22
Permen ESDM, 2006. Pedoman Pembuatan dan Pemanfaatan Briket Batu bara dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batu Bara, Jakarta.
Ridhuan, K., Suranto, J, 2016, Perbandingan pembakaran pirolisis dan karbonisasi pada biomassa kulit durian terhadap nilai kalori, *Turbo*, 5 (1), 50-56

- Rumbino, Y., 2016, Kinetika Pirolisis Batu Bara Lignite Menggunakan Analisis Termogravimetry, Seminar Nasional 2016, Lembaga Penelitian Dan Pemberdayaan Masyarakat (LPPM). UNMAS, Denpasar
- Sukandarrumidi., 2017, Batu bara dan Pemanfaatnya, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
-