

Penambahan Sabut Kelapa dan Penggunaan Lem Kayu Sebagai Perekat untuk Meningkatkan Nilai Kalor pada Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Indri Yanti^{1,*}, Muh Pauzan²

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu, Indonesia

²Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu, Indonesia

*E-mail: indriyanti.ft@unwir.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan energi fosil yang berlebihan menjadikan ketersediaan sumber energi tersebut semakin menipis. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, seperti menyediakan energi alternatif yang dapat diperbaharui, melimpah jumlahnya, dan ekonomis. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah biobriket dari biomassa. Pada penelitian ini, biomassa yang digunakan yaitu enceng gondok dan sabut kelapa dengan menggunakan lem kayu sebagai perekat. Nilai kalor enceng gondok masih rendah maka untuk meningkatkan nilai kalornya dilakukan penambahan sabut kelapa. Konsentrasi perekat adalah 10% dari massa total sampel dengan ukuran partikel 20 mesh untuk ketiga variasi perbandingan antara enceng gondok dan sabut kelapa yaitu 1:1, 3:1 dan 1:3 berturut-turut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biobriket dengan perbandingan 1:1, 3:1 dan 1:3 memiliki nilai kalor sebesar 4990 kal/g, 4749 kal/g dan 5312 kal/g berturut-turut. Nilai kalor 5312 kal/g sudah sesuai standar SNI 01-6235-2000. Sampel yang memiliki nilai kalor tertinggi tersebut disebabkan oleh komposisi sabut kelapa yang paling banyak diantara sampel lain. Sampel dengan kalor tertinggi memiliki kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan kadar karbon padat sebesar 9%, 12%, 60%, dan 19% berturut-turut.

Kata kunci: biobriket, kadar air, lem kayu, nilai kalor, sabut kelapa.

ABSTRACT

Excessive use of fossil energy results decrease of energy resources. Therefore, an alternative energy is studied to reduce the dependent on fossil energy. Alternative energy has the characteristics such as renewable, abundant and economist. One of the alternative energy that could be developed is biobriquette from biomass. In this research, biobriquette is synthesized from both water hyacinth and coconut husk, wood glue as adhesive. Due to the calorific value of water hyacinth that is relatively small, coconut husk is added, wood glue is used to improve the value. Glue's concentration is 10% of the total sample's mass with 20 mesh particle size for three samples with ratio between water hyacinth and coconut husk is 1:1, 3:1 and 1:3, respectively. The result shows that biobriquette with the ratio 1:1, 3:1 and 1:3 has a calorific value of 4990 cal/g, 4749 cal/g and 5312 cal/g, respectively. The 5312 cal/g is match to SNI 01-6235-2000 standard and that the highest value is the effect of the largest amount of coconut husk than the other samples. Biobriquette that has the highest calorific value has the inherent moisture, ash content, volatile matter and fixed carbon 9%, 12%, 60% and 19% respectively.

Keywords: biobriquette, water hyacinth, wood glue, calorific value, coconut husk.

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia sumber energi fosil seperti minyak bumi dan gas alam merupakan bahan bakar utama. Energi fosil sebagian besar digunakan pada sektor rumah tangga, industri dan transportasi. Makmuri menyatakan bahwa penggunaan energi fosil diperkirakan akan terus meningkat pada tiap

tahunnya, sehingga mengakibatkan persediaan minyak bumi di Indonesia semakin menipis [1]. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil salah satunya dengan menyediakan energi alternatif yang dapat diperbaharui, melimpah jumlahnya dan ekonomis. Salah

satu sumber energi alternatif adalah energi biomassa, yaitu energi yang diperoleh dari bahan-bahan limbah organik. Energi biomassa merupakan salah satu alternatif yang potensial sebagai sumber energi ideal yang dapat diperbaharui karena memiliki beberapa keunggulan seperti kadar sulfur yang lebih rendah, emisi CO₂ netral, dan ketersediaan berlimpah yang umumnya dalam bentuk limbah dari pertanian [2]. Namun, biomassa biasanya memiliki nilai kalor yang lebih rendah dari batubara, hal tersebut salah satunya disebabkan karena kepadatannya yang lebih rendah [3].

Salah satu produk dari energi biomassa adalah biobriket. Pembriketan biomassa merupakan metode yang efektif untuk mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk hasil kompaksi yang lebih mudah untuk digunakan [4]. Biobriket dapat dibuat dari berbagai bahan limbah organik seperti serbuk gergajian kayu, tempurung kelapa dan enceng gondok [5]. Biobriket dari beberapa biomassa memiliki nilai kalor yang tidak terlalu tinggi, salah satunya biobriket enceng gondok yang memiliki nilai kalor berkisar 3000 kal/g [1].

Penelitian terkait biobriket enceng gondok sudah banyak dilakukan dengan berbagai variasi dan variabel bebas yang berbeda-beda. Karim, Dkk. membuat biobriket enceng gondok dengan memvariasi persentase dari perekat tepung tapioka dan lem kayu. Hasil penelitian dari Karim, Dkk. yaitu nilai kalor maksimum yang diperoleh ketika persentase perekat sebesar 10% untuk perekat tapioka dan 8% untuk perekat lem kayu sebesar 4299,33 kal/g dan 4341,67 kal/g [6]. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai kalor biobriket enceng gondok yaitu melakukan substitusi dengan bahan baku lain. Contohnya pembuatan biobriket enceng gondok dengan penambahan plastik HDPE. Nilai kalor biobriket campuran enceng gondok dan sampah plastik HDPE diperoleh sebesar 7818 kal/g [7].

Selain bahan baku, pemilihan jenis perekat penting dalam pembuatan biobriket. Pada

proses pembriketan dibutuhkan suatu perekat. Butiran halus bioarang dari hasil karbonisasi bahan hayati membutuhkan perekat sehingga biobriket tidak mudah hancur [6]. Selain pemilihan bahan biomassa untuk pembuatan biobriket, jenis perekat juga akan menentukan nilai kalor yang dihasilkan serta berpengaruh pada kadar air, kadar abu dan kerapatan biobriket tersebut. Terdapat dua jenis perekat dalam pembuatan briket, yaitu perekat yang berasap (tar, *pitch*, *clay* dan molases) dan perekat yang kurang berasap (pati, dekstrin dan tepung beras) [8]. Setiap jenis perekat memiliki kelebihan dan kekurangan. Jenis perekat berasap memiliki kekuatan tinggi tetapi menghasilkan asap yang cukup banyak ketika biobriket dibakar. Sedangkan bahan perekat dari tumbuhan seperti tapioka (pati) menghasilkan biobriket yang tidak banyak menghasilkan asap tetapi nilai kalornya cenderung rendah. Oleh karena itu, pemilihan jenis perekat merupakan hal yang penting supaya tujuan pembuatan briket dapat tercapai, yaitu menghasilkan bahan bakar alternatif dengan nilai kalor yang tinggi. Kriteria briket yang baik menurut SNI 01-6235-2000 [9] yaitu memiliki kadar air yang rendah, kadar abu yang rendah, kadar zat terbang rendah dan nilai kalor yang tinggi.

Pada penelitian ini, bahan biomassa yang digunakan yaitu enceng gondok dan sabut kelapa dengan menggunakan lem kayu sebagai perekat. Alasan pemilihan enceng gondok yaitu jika ditinjau dari ketersediaan dan nilai ekonomis enceng gondok memenuhi kriteria tersebut, yaitu jumlahnya melimpah dan harga bahan bakunya murah bahkan gratis. Sedangkan sabut kelapa merupakan salah satu limbah organik yang belum maksimal pemanfaatannya padahal memiliki kandungan energi yang relatif besar.

Enceng gondok merupakan jenis tanaman yang cepat tumbuh di semua badan air seperti danau, waduk, rawa-rawa dan sungai yang alirannya tenang. Pertumbuhan enceng gondok yang cepat, yaitu 3% per hari, mampu menutupi seluruh permukaan suatu

badan air. Sehingga jika enceng gondok sudah berlebihan jumlahnya maka akan dibuang karena dianggap gulma dan masih jarang dimanfaatkan. Oleh karena itu, untuk memanfaatkan limbah enceng gondok maka dipilih enceng gondok sebagai bahan baku biobriket. Tetapi, karena nilai kalor enceng gondok masih rendah, maka untuk meningkatkan nilai kalornya dilakukan penambahan sabut kelapa dan penggunaan lem kayu sebagai perekat. Nilai kalor sabut kelapa sebesar 3942,751 kal/g [10], sedangkan biobriket enceng gondok berkisar 3000 kal/g [1]. Lem kayu digunakan sebagai perekat karena telah terbukti mampu meningkatkan nilai kalor pada biobriket enceng gondok [6]. Konsentrasikan perekat yang digunakan 10% dengan ukuran partikel 20 mesh untuk ketiga variasi perbandingan massa antara enceng gondok dan sabut kelapa; 1:1, 3:1 dan 1:3 berturut-turut. Temperatur karbonisasi yang digunakan adalah 250°C. Pemilihan temperatur 250°C karena merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Lestari, Dkk. yang menyebutkan bahwa ada penurunan kadar abu di beberapa titik, salah satunya pada temperatur 250°C [11]. Biobriket yang ideal salah satunya kadar abu yang dihasilkan sedikit sehingga nilai kalornya tinggi. Hasil penelitian akan dibandingkan dengan persyaratan kualitas briket. Tetapi, karena persyaratan kualitas biobriket enceng gondok yang sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) belum diatur, maka yang digunakan adalah standar briket arang kayu sesuai SNI 01-6235-2000 sebagai acuan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian mencakup alat dan bahan serta prosedur penelitian. Penjabaran masing-masing adalah sebagai berikut:

2.1. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam penelitian diantaranya ketel pembakaran, neraca analitik, oven, ayakan 20 mesh, cawan porselin, lumpang dan alu, *stopwatch*, loyang, spatula dan alat pencetak briket.

Sedangkan, bahan-bahan yang digunakan yaitu enceng gondok yang diperoleh dari sungai Cimanuk dan limbah sabut kelapa dari pasar di kota Indramayu, Jawa Barat. Perekat yang digunakan yaitu lem kayu jenis lem Epoxy.

2.2. PROSEDUR PENELITIAN

Tahap-tahap pada prosedur penelitian meliputi: proses pengolahan bahan menjadi bioarang, proses pencampuran bioarang dengan perekat, proses pencetakan dan uji kualitas biobriket.

2.2.1. PROSES PENGOLAHAN BAHAN MENJADI BIOARANG

Enceng gondok dibersihkan dari *impurities* yang menempel. Kemudian dikeringkan untuk mengurangi kadar air. Enceng gondok kering dipotong kecil-kecil (± 3 cm) kemudian dilakukan proses karbonisasi dengan temperatur 250°C selama 1 jam. Setelah enceng gondok menjadi bioarang, kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran 20 mesh. Tahapan proses karbonisasi sabut kelapa sama seperti pada enceng gondok, hanya proses karbonisasi jauh lebih lama yaitu 2 jam.

2.2.2. PROSES PENCAMPURAN BIOARANG DENGAN PEREKAT

Serbuk bioarang enceng gondok dan sabut kelapa dari proses karbonisasi yang telah dihaluskan dan diayak dibuat perbandingan seperti Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan komposisi enceng gondok dan sabut kelapa

	Sampel A	Sampel B	Sampel C
Enceng gondok	50 g	75 g	25 g
Sabut kelapa	50 g	25 g	75 g

Kemudian setiap sampel dicampur dengan perekat lem kayu sebanyak 10% dari total massa sampel dan diaduk hingga semuanya tercampur dan merata.

2.2.3. PROSES PENCETAKAN BIO-BRIKET

Setiap sampel yang sudah ditambahkan lem kayu lalu dicetak. Kemudian dikeringkan dengan oven pada temperatur 100°C selama ± 2 jam. Setelah dikeluarkan dari oven, biobriket dibiarkan sampai dingin.

2.2.4. UJI KUALITAS BIOBRIKET

Tahap terakhir yaitu melakukan pengujian biobriket di laboratorium untuk melihat kualitas biobriket. Pengujian yang dilakukan terdiri dari:

1. Uji nilai kalor (*calorific value*)

Analisa nilai kalor diuji dengan satandar uji ASTM D5865-13 [12] dengan menggunakan alat Bomb Calorimeter model 1341 merk parr.

2. Analisa *proximate*

Analisa *proximate* menggunakan standar uji ASTM D3172-13, mencakup analisa kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan kadar karbon padat.

a) Kadar air lembab (*inherent moisture*)

Kadar air ditentukan dengan cara menghitung kehilangan massa dari biobriket yang dipanaskan pada kondisi standar. Secara matematis ditulis sebagai:

$$IM(\%) = \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100\%, \quad (1)$$

dengan:

IM = kadar air lembab

a = massa cawan + biobriket (g)

b = massa cawan kosong (g)

c = massa cawan + biobriket yang sudah dipanaskan (g)

b) Kadar abu (*ash content*)

Kadar abu diketahui dengan cara menimbang sisa hasil pembakaran sempurna biobriket pada kondisi standar, yaitu:

$$Ash(\%) = \frac{(c - a)}{(b - a)} \times 100\%, \quad (2)$$

dengan:

Ash = kadar abu

a , b dan c sama seperti pada keterangan persamaan (1).

c) Kadar zat terbang (*volatile matter*)

Kadar zat terbang dapat diketahui dengan menghitung massa yang hilang dari sampel yang dipanaskan (tanpa dioksidasi) pada kondisi standar, lalu dikoreksi terhadap kadar air lembab.

$$VM(\%) = \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100\%, \quad (3)$$

dengan:

VM = kadar zat terbang

a , b dan c sama seperti pada keterangan persamaan (1).

d) Kadar karbon padat (*fixed carbon*)

Perhitungan matematis untuk mengetahui kadar karbon padat ditunjukkan oleh persamaan di bawah ini.

$$FC(\%) = 100\% - (IM + Ash + VM) \quad (4)$$

dengan:

FC = kadar karbon padat

a , b , dan c sama seperti pada keterangan persamaan (1).

3. Morfologi permukaan

Morfologi atau topografi sampel biobriket dapat dianalisa dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Biomassa yang akan dijadikan bahan baku biobriket harus memiliki syarat-syarat tertentu diantaranya memiliki jumlah yang melimpah serta harus memenuhi beberapa karakteristik yang sesuai dengan SNI. Karakteristik tersebut yaitu meliputi nilai kalor, kadar air lembab, kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar karbon padat.

3.1. ANALISA KADAR AIR LEMBAB

Salah satu yang menentukan kualitas suatu biobriket adalah kadar air. Semakin tinggi kadar air maka akan semakin sulit biobriket terbakar sehingga kalor yang tersisa pada biobriket akan rendah. Hal tersebut disebabkan sebagian besar kalor digunakan untuk menguapkan air terlebih dahulu. Salah satu yang mempengaruhi kadar air pada

suatu biobriket adalah pemilihan jenis perekat. Perekat lem kayu jenis epoxy memiliki kandungan air yang rendah [6]. Kadar air yang rendah dapat menghindari pembakaran biobriket yang tidak sempurna dan dapat mencegah pembentukan abu terbang.

Kadar air yang dimiliki suatu briket harus rendah, umumnya dalam kisaran 10-15% [13]. Sedangkan kadar air briket arang kayu sesuai SNI yaitu $\leq 8\%$. Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar air dari ketiga sampel berkisar antara 8-10%. Hasil tersebut sudah dianggap ideal untuk suatu biobriket jika merujuk pada penelitian yang dilakukan Misha dan Grover [13]. Banyak faktor yang menyebabkan kadar air pada biobriket campuran enceng gondok dan sabut kelapa di atas nilai yang ditetapkan SNI pada briket arang kayu, salah satunya kandungan air pada bahan baku yang dipilih untuk dijadikan biobriket. Kandungan air pada tanaman enceng gondok lebih besar dari kandungan air pada kayu. Tetapi apapun jenis bahan baku biobriket yang digunakan, kadar air setelah menjadi biobriket harus rendah supaya menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Biobriket dengan kadar air seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 masih layak dijadikan bahan bakar alternatif.

Tabel 2. Kadar air lembab dari tiap sampel

Kode sampel	Massa enceng gondok : massa sabut kelapa	IM (%)
Sampel A	1:1	9,6
Sampel B	3:1	9,3
Sampel C	1:3	8,6

Tabel 2 menunjukkan kadar air lembab dari ketiga sampel cenderung sama. Hal tersebut disebabkan sampel diberi tekanan yang sama ketika pembuatan biobriket sehingga air yang keluar dari adonan biobriket untuk semua sampel sama.

3.2. ANALISA KADAR ABU

Kadar abu merupakan bagian sisa dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon [14]. Tingginya kadar abu menyebabkan laju pembakaran menjadi rendah yang disebabkan tranfer panas ke bagian dalam biobriket rendah sehingga biobriket akan semakin sulit terbakar. Oleh karena itu, kadar abu yang tinggi dapat menurunkan kualitas dan efisiensi biobriket. Menurut Standar Nasional Indonesia 01-6235-2000 terkait syarat mutu briket, kadar abu yang disyaratkan maksimal 8%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar abu terendah sebesar 12% dimiliki oleh sampel C yang mengandung 25% enceng gondok dan 75% sabut kelapa. Sedangkan campuran 50%:50% antara enceng gondok dan sabut kelapa memiliki kadar abu 13% yang tidak jauh berbeda dari sampel C. Kadar abu tertinggi dimiliki oleh sampel B yaitu campuran 75% enceng gondok dan 25% sabut kelapa sebesar 17%. Menurut Sulistyanto [10], kadar abu dari sabut kelapa sebesar 1,34%. Sedangkan kadar abu dari biobriket enceng gondok sebesar 8,164% [5]. Tabel 3 menunjukkan semakin tinggi komposisi enceng gondok pada suatu sampel maka kadar abunya tinggi. Selain itu, kadar abu yang dihasilkan oleh ketiga sampel masih di atas nilai yang disyaratkan oleh SNI. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pemilihan temperatur dan waktu karbonisasi yang kurang tepat, serta kandungan pada bahan baku. Billah melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa kandungan abu pada briket serbuk gergaji kayu dengan kadar lignin 5% sampai 25% mengalami penurunan [15]. Lignin merupakan komponen utama penyusun yang lazimnya terdapat di dalam kayu yang memiliki srtruktur keras [16]. Kandungan lignin dari enceng gondok lebih rendah dari sabut kelapa. Kandungan lignin enceng gondok sekitar 7,69% [17]. Sedangkan lignin sabut kelapa sekitar 56,67% [18]. Oleh karena itu,

kandungan lignin dapat mempengaruhi kadar abu yang dihasilkan.

Pemilihan jenis bahan baku, temperatur dan waktu karbonisasi, serta perekat berpengaruh terhadap kadar abu yang dihasilkan oleh suatu biobriket. Kadar abu yang tinggi akan menurunkan nilai kalor biobriket tersebut.

Tabel 3. Kadar abu dari tiap sampel

Kode sampel	Massa enceng gondok : massa sabut kelapa	Ash (%)
Sampel A	1:1	13
Sampel B	3:1	17
Sampel C	1:3	12

3.3. ANALISA KADAR ZAT TERBANG

Zat terbang biobriket merupakan zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang ada di dalam suatu biobriket selain air. Saptoadi menjelaskan bahwa bahan bakar briket dengan kandungan biomassa akan memiliki periode pembakaran yang lebih singkat, disebabkan kadar zat terbang yang tinggi yang akan dengan mudah dan cepat keluar selama tahap awal proses pembakaran [5].

Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar zat terbang untuk ketiga sampel hampir sama, yaitu 60%, 64% dan 66% untuk sampel C, sampel B dan sampel A berturut-turut. Kadar zat terbang $\geq 60\%$ termasuk kategori sangat tinggi. Nilai tersebut hampir sama dengan kadar zat terbang dari enceng gondok sebelum karbonisasi yaitu 62,92% [19]. Jadi, tidak ada perubahan yang signifikan. Pemilihan temperatur dan durasi karbonisasi mempunyai andil besar dalam menentukan kadar zat terbang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur karbonisasi 250°C untuk biobriket enceng gondok dan sabut kelapa bukanlah temperatur optimum.

Hendra, Dkk. mengatakan bahwa kadar zat terbang (zat mudah menguap) yang tinggi akan menghasilkan asap relatif banyak

ketika biobriket dinyalakan. Hal tersebut disebabkan adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol [6]. Karbon monoksida (CO) dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna dari bahan yang mengandung karbon, misalnya gas, batubara, minyak, kokas dan kayu. Pembakaran tidak sempurna salah satu penyebabnya karena kadar airnya tinggi. Sedangkan biobriket termasuk energi yang mengandung karbon dengan kadar yang berbeda-beda tergantung bahan baku dan perekatnya.

Selain temperatur dan waktu karbonisasi, faktor yang menyebabkan kadar zat terbang (zat mudah menguap) tinggi adalah pemilihan jenis perekat dalam pembuatan biobriket. Jenis perekat dibagi menjadi 2 jenis yaitu perekat yang berasap dan perekat yang kurang berasap. Perekat lem kayu jenis epoxy merupakan jenis perekat yang berasap. Lem epoxy terdapat 2 bagian yaitu bagian resin dan bagian *hardener* yang merupakan agen katalis. Komposisi resin pada lem kayu epoxy adalah *Epichlorohydrin* dan *Bisphenol-A* yang mengandung gugus hidroksil (-OH). Karena mengandung gugus hidroksil, maka ketika bereaksi dengan CO menghasilkan kadar zat terbang yang tinggi. Kadar zat terbang dapat berkurang jika kadar perekat lem epoxy dikurangi.

Tabel 4. Kadar zat terbang dari tiap sampel

Kode sampel	Massa enceng gondok : massa sabut kelapa	VM (%)
Sampel A	1:1	66
Sampel B	3:1	64
Sampel C	1:3	60

3.4. ANALISA KADAR KARBON PADAT

Kadar karbon menentukan kualitas suatu biobriket. Semakin tinggi kadar karbon, maka nilai kalor yang dihasilkan semakin tinggi. Kadar karbon ditentukan oleh kadar

air, kadar abu dan kadar zat terbang yang dimiliki biobriket. Semakin tinggi kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang, maka kadar karbon semakin rendah yang berakibat nilai kalor menjadi rendah. Sebaliknya, jika kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang rendah, maka kadar karbon tinggi dan nilai kalor menjadi tinggi. Biobriket yang baik adalah cepat ketika dinyalakan dan lama dalam pembakaran serta nilai kalornya tinggi. Hal tersebut dapat diperoleh jika kadar karbonnya tinggi. Berdasarkan studi literatur dari berbagai referensi, semakin tinggi kadar karbon maka nilai kalor semakin besar. Contohnya kadar karbon padat dari arang kayu karet yaitu 63,92% dengan nilai kalor 6346 kal/g [20]. Namun kadar karbon briket menurut SNI belum dipersyaratkan.

Bahan baku dan perekat berperan dalam menentukan kadar karbon. Selain itu, terdapat hubungan antara temperatur dan durasi karbonisasi dengan kadar karbon, semakin tinggi temperatur, maka kadar karbon semakin tinggi dan semakin lama waktu pengarangan maka kadar karbon semakin rendah [21].

Tabel 5 menunjukkan kadar karbon terbesar dimiliki oleh sampel C (25% enceng gondok: 75% sabut kelapa) sebesar 19%, kemudian sampel A (50% enceng gondok: 50% sabut kelapa) sebesar 11% dan kadar karbon terendah dimiliki oleh sampel B (75% enceng gondok: 25% sabut kelapa) sebesar 8%. Kadar karbon yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan Hendra sebesar 16,23% [5]. Jika hasil kadar karbon dari Hendra menjadi acuan, biobriket campuran enceng gondok dan sabut kelapa dengan perbandingan 1:3 memiliki kadar karbon yang lebih tinggi, sehingga dapat dikatakan mengalami peningkatan. Tetapi, kadar karbon 19% masih termasuk kurang tinggi. Penyebab masih kurangnya kadar karbon padat diantaranya temperatur pengarangan kurang tinggi serta kandungan dari masing-masing bahan baku.

Tabel 5. Kadar karbon padat dari tiap sampel

Kode sampel	Massa enceng gondok : massa sabut kelapa	FC (%)
Sampel A	1:1	11
Sampel B	3:1	8
Sampel C	1:3	19

3.5. ANALISA NILAI KALOR

Hasil pengujian nilai kalor dari tiap sampel dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah.

Tabel 6. Nilai kalor dari tiap sampel

Kode sampel	Massa enceng gondok : massa sabut kelapa	Nilai kalor (kal/g)
Sampel A	1:1	4990
Sampel B	3:1	4749
Sampel C	1:3	5312

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai kalor terendah diperoleh oleh sampel B yaitu biobriket dengan komposisi 75% enceng gondok dan 25% sabut kelapa sebesar 4749 kal/g. Nilai kalor sampel A (50% enceng gondok dan 50% sabut kelapa) memiliki nilai kalor lebih tinggi dari sampel B yaitu 4990 kal/g. Nilai kalor tertinggi pada penelitian ini diperoleh biobriket dengan komposisi 25% enceng gondok dan 75% sabut kelapa, yaitu sebesar 5312 kal/g. Dari ketiga hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak komposisi sabut kelapa maka nilai kalornya semakin tinggi.

Jika ditinjau dari hasil uji *proximate* yang telah diperoleh maka sampel C yang memiliki kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang rendah serta kadar karbon tinggi maka secara teori akan memiliki nilai kalor yang tinggi dibandingkan kedua sampel yang lain. Hal tersebut sesuai dengan nilai kalor hasil pengujian yaitu sampel C

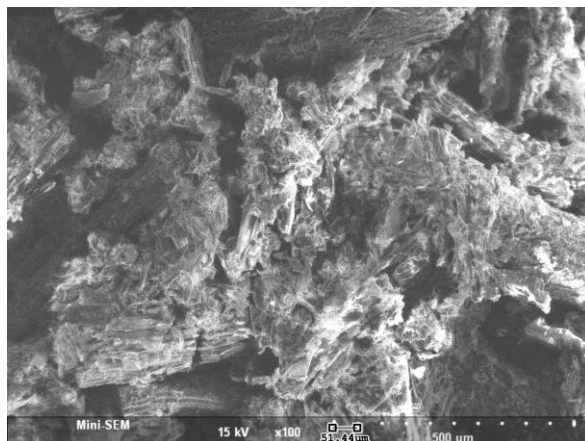
merupakan sampel yang memiliki nilai kalor tertinggi yaitu sebesar 5312 kal/g. Sedangkan sampel B merupakan sampel dengan nilai kalor terendah yaitu sebesar 4749 kal/g. Namun hasil tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan nilai biobriket enceng gondok dari berbagai referensi yang nilainya hanya berkisar 3000 kal/g [1].

Dapat disimpulkan bahwa penggunaan lem kayu sebagai perekat dan penambahan sabut kelapa pada biobriket enceng gondok sangat efektif untuk meningkatkan nilai kalornya. Namun untuk mengurangi kadar abu, maka perekat harus dicari persentase yang tepat supaya kadar abu sedikit sehingga nilai kalor yang dicapai lebih tinggi. Selain itu, temperatur karbonisasi dan waktu karbonisasi harus dipilih dengan tepat supaya kadar zat terbang rendah dan kadar karbon tinggi.

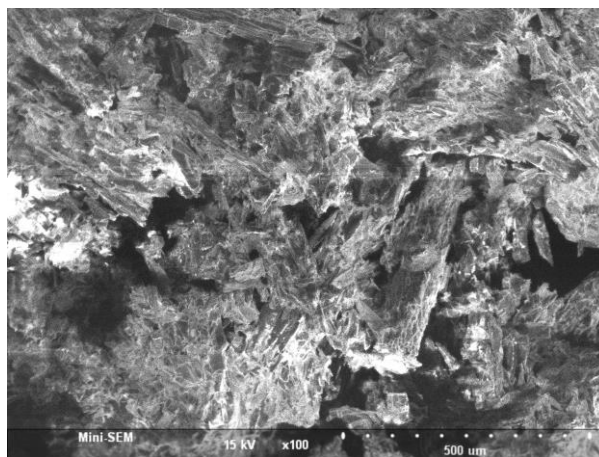
Nilai kalor tertinggi yang dicapai dari penelitian ini yaitu sebesar 5312 kal/g sudah meningkat dibandingkan penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk meningkatkan nilai kalor dari biobriket enceng gondok tercapai. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai biobriket campuran enceng gondok dan sabut kelapa supaya tidak hanya menghasilkan nilai kalor yang tinggi yang sesuai SNI yaitu ≥ 5000 kal/g tetapi kualitasnya juga harus baik yaitu kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang harus rendah sedangkan kadar karbon harus tinggi.

3.6. MORFOLOGI PERMUKAAN

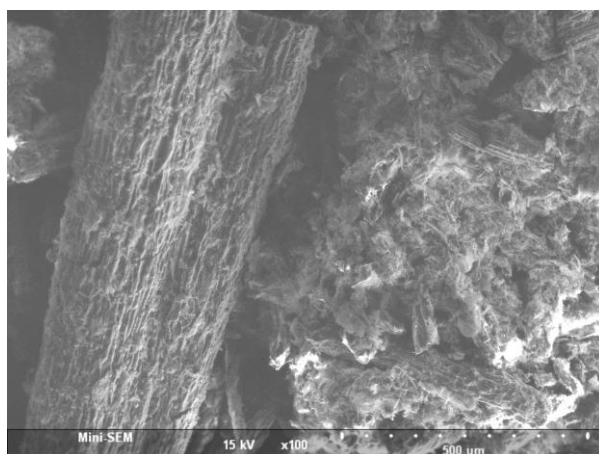
Morfologi permukaan dari biobriket enceng gondok dan sabut kelapa diuji dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) 500 μm .



Gambar 1. SEM dari sampel A dengan komposisi 1:1.



Gambar 2. SEM dari sampel B dengan komposisi 3:1.



Gambar 3. SEM dari sampel C dengan komposisi 1:3.

SEM bertujuan untuk mengetahui morfologi biobriket enceng gondok dan sabut kelapa

dengan menggunakan perekat lem kayu. Penggunaan perekat lem kayu menghasilkan struktur berserat dan kasar yang beragam [6]. Hal tersebut juga terlihat pada penelitian ini seperti pada Gambar 1-3, hasil SEM dari ketiga sampel menunjukkan struktur berserat dan kasar beragam.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pengujian biobriket campuran enceng gondok dan sabut kelapa dengan perekat lem kayu jenis epoxy yaitu nilai kalor tertinggi sebesar 5312 kal/g diperoleh biobriket dengan perbandingan komposisi 1:3 antara enceng gondok dan sabut kelapa. Kemudian biobriket dengan komposisi 1:1 antara enceng gondok dan sabut kelapa, nilai kalor yang dihasilkan sebesar 4990 kal/g. Sedangkan nilai kalor terendah pada penelitian ini yaitu sebesar 4749 diperoleh biobriket campuran antara enceng gondok dan sabut kelapa dengan perbandingan 3:1. Nilai kalor 5312 kal/g sudah sesuai dengan SNI.

Semakin tinggi kadar karbon padat pada biobriket, maka nilai kalor semakin besar. Sedangkan kadar karbon berbanding terbalik dengan kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang. Sampel dengan komposisi 25% enceng gondok dan 75% sabut kelapa memiliki kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang paling rendah, yaitu sebesar 9%, 12% dan 60% berturut-turut, dibandingkan kedua sampel lainnya. Sehingga kadar karbon yang diperoleh paling tinggi dari kedua sampel lainnya, yaitu 19%. Karena kadar karbon tinggi, maka nilai kalor yang dihasilkan juga tinggi. Hal tersebut terbukti sesuai dengan hasil uji nilai kalor di laboratorium.

Penambahan sabut kelapa dan 10% perekat lem kayu jenis epoxy efektif untuk meningkatkan nilai kalor biobriket enceng gondok. Sehingga, tujuan dari penelitian telah tercapai tetapi dari segi kualitas harus diperbaiki, misal kadar zat terbang harus diturunkan dan kadar karbon padat ditingkatkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula untuk anggaran 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. Utomo, N. Primastuti, Pemanfaatan limbah furniture enceng gondok (*Eichornia crassipes*) di Koen Gallery sebagai Bahan Dasar Pembuatan Briket Bioarang, *J. Teknol. Kim. dan Ind.*, vol. 2, no. 2, hal. 220–225, 2013.
- [2] N. S. L. Srivastava, S. L. Narnaware, J. P. Makwana, S. N. Singh, S. Vahora, Investigating the energy use of vegetable market waste by briquetting, *Renew. Energy*, vol. 68, hal. 270–275, 2014.
- [3] A. Demirbas, Combustion characteristics of different biomass fuels, *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 30, no. 2, hal. 219–230, 2004.
- [4] T. I. Husada, Arang Briket Tongkol Jagung Sebagai Energi Alternatif, Laporan Penelitian, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia, 2008.
- [5] D. Hendra, Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) untuk Bahan Baku Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif, *J. Penelit. Has. Hutan*, vol. 29, no. 2, hal. 189–210, 2011.
- [6] M. A. Karim, E. Ariyanto, A. Firmansyah, Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan, *Reaktor*, vol. 15, no. 1, hal. 59–63, 2014.
- [7] S. T. Dwiyati, A. Kholil, Pembuatan Briket Hasil Pemanfaatan Eceng Gondok dan Sampah Plastik HDPE

- Sebagai Energi Alternatif, *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, vol. 1, No. 2, hal. 98–103, 2014.
- [8] A. Saleh, Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran pada Biobriket Batang Jagung (*Zea mays L.*), *Teknosains*, vol. 7, no. 1, hal. 78–89, 2013.
- [9] B. S. Nasional, Standar Nasional Indonesia Briket Arang Kayu, Badan Standarisasi Nasional, Samarinda, Indonesia, 2000.
- [10] A. Sulistyanto, Pengaruh Variasi Bahan Perekat Terhadap Laju Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa, *J. Media Mesin*, vol. 8, no. 2, hal. 45–52, 2007.
- [11] K. D. Lestari L.F, R. D. Ratnani, S. Suwardiyono, N. Kholis, Pengaruh Waktu Dan Suhu Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Dengan Suhu Tinggi Secara Pirolisis, *J. Inov. Tek. Kim.*, vol. 2, no. 1, hal. 32–38, 2017.
- [12] ASTM International, Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke, Annu. B. ASTM Stand., hal. 1–19, 2012.
- [13] P. D. Grover, S. K. Mishra, Biomass Briquetting: Technology and Practices, Bangkok: Food and Agriculture Organization of The United Nations, 1996.
- [14] M. R. Afriyanto, Pengaruh Jenis dan Kadar Bahan Perekat pada Pembuatan Briket Blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia, 2011
- [15] M. Billah, Bahan Bakar Alternatif Padat (BBAP) Serbuk Gergaji Kayu, Surabaya: UPN Press, 2009.
- [16] T. Aziz, M. F. Indraman, U. Alawiyah, Pemanfaatan Tempurung Kelapa dan Tempurung Sawit untuk Pembuatan Asap Cair Sebagai Penghilang Bau pada Lateks Dengan Metode Pirolisis, *J. Tek. Kim.*, vol. 17, no. 8, hal. 41–48, 2011.
- [17] R. Moeksin, L. Comerioresi, R. Damayanti, Pembuatan Bioetanol dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan Perlakuan Fermentasi, *J. Tek. Kim.*, vol. 22, no. 1, hal. 9–17, 2016.
- [18] A. A. F. Art C, Biokonversi Lignoselulosa Limbah Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol Menggunakan *Trichoderma reesei*, *Zimomonas mobilis* dan *Pichia stipitis*, Skripsi, Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia, 2014.
- [19] M. Faizal, M. Saputra, F. A. Zainal, Pembuatan Briket Bioarang Dari Campuran Batubara dan Biomassa Sekam Padi dan Eceng Gondok, *J. Tek. Kim.*, vol. 21, no. 4, hal. 27–38, 2015.
- [20] M. Faizal, I. Andynaprawati, P. D. A. Putri, Pengaruh Komposisi Arang Dan Perekat Terhadap Kualitas Biobriket Dari Kayu Karet, *J. Tek. Kim.*, vol. 20, no. 2, hal. 36–44, 2014.
- [21] J. Purwanto, S. Sofyan, Pengaruh Suhu dan Waktu Pengarangan Terhadap Kualitas Briket Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit, *J. Litbang Ind.*, vol. 4, no. 1, hal. 29–38, 2014.