

Pengaruh Komposisi Bahan Baku dan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Biobriket dari Cangkang Buah Karet dan Ranting Kayu

Effect of Raw Material Composition and Particle Size on the Quality Biobriquettes from Rubber Fruit Shells and Wood Twigs

Iriany*, Rosdanelli Hasibuan, Dian Novita, Nisa'a Mufidatul Ummah

Departemen Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara, Jl. Almamater Kampus USU, Medan, 20155, Indonesia

*Email: iriany@usu.ac.id

Article history:

Diterima : 3 Oktober 2022
Direvisi : 2 November 2022
Disetujui : 28 November 2022
Mulai online : 24 Maret 2023

E-ISSN: 2337-4888

How to cite:

Iriany, Rosdanelli Hasibuan, Dian Novita, Nisa'a Mufidatul Ummah. (2023). Pengaruh Komposisi Bahan Baku dan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Biobriket dari Cangkang Buah Karet dan Ranting Kayu. Jurnal Teknik Kimia USU, 12(1), 1-8.

ABSTRAK

Biobriket adalah bahan bakar padat berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui secara terus menerus karena terbuat dari campuran biomassa seperti kayu, ranting, dedaunan, rumput, jerami, dan limbah pertanian lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh variasi komposisi bahan baku dan ukuran partikel terhadap karakteristik biobriket yang dihasilkan. Variabel berubah dalam penelitian ini adalah komposisi bahan baku cangkang buah karet dan ranting kayu, yaitu 1:1, 1:3, 1:5, dan 1:7 serta ukuran partikel yaitu 50 mesh, 70 mesh, 100 mesh, dan 120 mesh. Penelitian ini dimulai dengan melakukan proses pirolisis bahan baku dengan suhu 350 °C selama 60 menit, kemudian bubuk arang hasil pirolisis yang telah halus dicampur dengan perekat kanji 10% dari berat bahan baku yang kemudian dicetak manual berbentuk silinder. Hasil pengukuran penelitian ini dibandingkan dengan parameter mutu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), Jepang, Inggris, dan Amerika. Dari hasil penelitian ini diketahui biobriket terbaik diperoleh pada perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:5 dengan ukuran partikel 100 mesh, yaitu dengan nilai kadar air sebesar 4,50%, kadar abu 2,19%, kadar zat menguap 13,73%, kerapatan 2,2502 g/cm³, dan nilai kalor 6.653,60 kal/g.

Kata kunci: biobriket, cangkang buah karet, ranting kayu, pirolisis, ukuran partikel

ABSTRACT

Biobriquette is a solid fuel derived from raw materials that can be renewed continuously because it is made from a mixture of biomass such as wood, twigs, leaves, grass, straw and other agricultural wastes. The research aims to examine the effect of variations in the composition of raw materials and particle sizes were 50 mesh, 70 mesh, 100 mesh, and 120 mesh. This research was started by carrying out the pyrolysis process on the raw material with temperature 350 °C for sixty minutes, then the refined pyrolysis charcoal powder was mixed with starch adhesive 10% of the weight of the raw material which was then manually pressed cylindrical. The measurement results in this research were compared with quality parameters based on Indonesian National Standard (SNI), Japan, England, and America. The best result for this research is obtained at a ratio of rubber fruit shells and wood twigs 1:5 with a particle size of 100 mesh, that is with inherent moisture of 4.50%, ash content of 2.19%, volatile matter of 13.73%, density 2.2502 g/cm³, and caloric value 6,653.60 cal/g.

Keyword: biobriquettes, rubber fruit shells, wood twigs, pyrolysis, particle size



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-ShareAlike 4.0 International.
<https://doi.org/10.32734/jtk.v12i1.9818>

1. Pendahuluan

Saat ini, energi menjadi persoalan yang krusial di dunia. Di Indonesia energi memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar yang terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk mencapai 205 juta jiwa pada tahun 2017 dengan peningkatan 1,66% per tahun. Penggunaan energi terbesar ada pada sektor industri (37,17%), diikuti oleh sektor rumah tangga (29,43%), transportasi (28,10%), komersial (3,24%). Energi ini berasal dari bahan bakar fosil yang merupakan energi tak terbarukan yang ketersediaannya semakin menipis dan mengeluarkan gas-gas berbahaya ke lingkungan antara lain karbon dioksida, nitrogen oksida, sulfur oksida yang menyebabkan pencemaran udara [1]. Untuk itu perlu adanya sumber energi yang dapat menggantikan bahan bakar fosil dan dapat terus digantikan.

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang sudah banyak digunakan di seluruh dunia sebagai bahan bakar maupun sebagai bahan baku dalam menghasilkan produk kimia. Selain itu, pemanfaatan sumber daya biomassa ini dapat mengurangi masalah pembuangan limbah pertanian dan kehutanan setiap tahun dan menghilangkan potensi pencemaran lingkungan [2]. Oleh karena itu, biomassa sebagai sumber energi alternatif saat ini sedang dikembangkan dikarenakan bersifat ramah lingkungan, bersih dan pengolahannya yang mudah serta murah. Diperkirakan Indonesia menghasilkan sekitar 146,7 juta ton biomassa per tahun atau setara dengan 470 GJ/tahun [3].

Sektor perkebunan di Indonesia paling besar adalah tanaman karet. Populasi pohon karet dalam satu hektar tanaman mencapai 500 pohon dengan produk utamanya berupa getah (lateks), umur lebih dari 30 tahun dapat menghasilkan lebih dari jumlah 150 kg biji, total luas perkebunan karet mencapai 3 juta hektar terluas di dunia [1]. Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) sebagian besar dikelola dan dimiliki oleh masyarakat, namun hasil yang dimanfaatkan hanya berupa lateks saja. Buah karet yang sudah matang akan terbuka dan melepaskan biji karet kemudian jatuh ke permukaan tanah. Tanaman karet tumbuh sekitar 4-5 tahun sebelum berbunga. Tumbuhan ini hanya berbunga pada waktu tertentu [4]. Tanaman karet selain menghasilkan cangkang kulit buah, ada juga berupa ranting kayu yang berpotensi dijadikan bahan baku biomassa dalam pembuatan biobriket. Unsur utama dari biomassa adalah bermacam-macam zat kimia (molekul) yang sebagian besar mengandung atom karbon (C) [5].

Ranting kayu dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena memiliki beberapa sifat menguntungkan antara lain dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbarui (*renewable resources*), relatif tidak mengandung senyawa sulfur sehingga mengurangi polusi udara, dan sebagai upaya *recycle* untuk limbah dari perkebunan karet [6]. Adapun komponen kimia dan unsur penyusun kayu pohon karet dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 [7].

Tabel 1. Komponen Kimia Penyusun Kayu Pohon Karet

Komponen Penyusun	% Berat Kering
Hemiselulosa dan dinding sel	29,0
Lignin	28,0
Selulosa	39,0
Abu	4,0

Tabel 2. Unsur Penyusun Kayu Pohon

Penyusun	Wt. % kering
C	46,04
H	6,15
N	0,32
S	0,0
O	46,56
Cl	0,03
Ash	0,89

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 diketahui bahwa ranting kayu dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif, yaitu pada pembuatan briket. Briket dari biomassa diproduksi secara sederhana, memiliki nilai kalor yang tinggi, dan ketersediaan bahan bakunya cukup banyak di Indonesia sehingga dapat bersaing dengan bahan bakar lain [8].

Cangkang buah karet merupakan jenis limbah yang menimbulkan masalah seperti pencemaran lingkungan di perkebunan karet. Cangkang buah karet memiliki kandungan lignin sebesar 21,60% dan selulosa 61,04%.

Lignin dan selulosa adalah senyawa organik yang termasuk dalam golongan senyawa polimer [9]. Dengan kandungan selulosa dan lignin yang tinggi sehingga cangkang buah karet memungkinkan untuk dijadikan bahan baku biobriket. Ranting kayu dan cangkang buah karet terbuang begitu saja dan dapat menyebabkan peningkatan sampah dari hasil perkebunan. Ranting kayu dari pohon karet tergolong dalam limbah biomassa yang memiliki kandungan selulosa cukup tinggi yaitu sebesar 39% [7]. Dari kandungan selulosa kedua bahan baku maka dapat dijadikan sebagai bahan bakar padat alternatif seperti biobriket. Biobriket merupakan bahan bakar berbentuk padatan yang dapat dibuat dari bahan baku di lingkungan sekitar serta melalui proses pemampatan dan tekanan [5]. Biobriket ini difokuskan untuk membantu akses energi di tingkat rumah tangga berpenghasilan rendah seperti masyarakat yang tinggal di pedesaan dengan memanfaatkan limbah biomassa dan dapat menggantikan pemakaian bahan bakar batubara yang semakin meningkat. Penggunaan biobriket ini dapat mengurangi pencemaran udara sebab tidak adanya kandungan belerang pada asap yang dihasilkan.

Bahan baku yang digunakan untuk membuat biobriket umumnya memiliki densitas curah (*bulk density*) yang rendah pada kisaran 0,2 – 0,3 g/cm³, maka dilakukan proses pemadatan untuk peningkatan densitas dengan cara penekanan atau pengepresan. Hasil pemadatan bisa menaikkan densitas biobriket menjadi 0,8 – 1,2 g/cm³ [10]. Syarat biobriket yang baik yaitu mudah dinyalakan, tahan air, menunjukkan tingkat pembakaran yang baik (waktu, laju pembakaran, dan suhu pembakaran). Biobriket juga memiliki keunggulan ekonomis karena mudah dibuat dan memiliki nilai kalor yang tinggi [11]. Adapun syarat biobriket yang baik menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6325-2000) dapat dilihat pada Tabel 3 [12].

Tabel 3. Spesifikasi Persyaratan Mutu Biobriket

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar air b/b	%	≤ 8
2.	Bagian yang hilang pada pemanasan 90 °C	%	Maksimum 15
3.	Kadar Abu	%	Maksimum 8
4.	Kalori (ADBK)	Kal/g	Maksimum 5000

Pada penelitian sebelumnya telah diproduksi biobriket dengan campuran bahan baku eceng gondok dan tempurung kelapa 1:4 pada ukuran partikel 60 *mesh* dengan nilai kalor tertinggi 6.851,745 kal/g, kadar abu 8,192%, kadar air 1,014%, kadar zat menguap 13,789%, dan kerapatan tertinggi 0,984 g/cm³ [13]. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kalor pada bahan baku dan ukuran partikel mempengaruhi kualitas biobriket. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk membuat biobriket dengan memanfaatkan cangkang buah karet dan ranting kayu sebagai bahan baku dengan kajian pengaruh perbandingan antara jumlah cangkang buah karet dan ranting kayu dan ukuran partikel pada nilai kalor pembakaran biobriket untuk menghasilkan formulasi bahan baku yang terbaik.

2. Metode

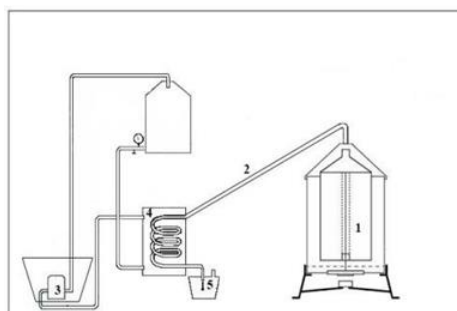
Bahan

Adapun bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biobriket yaitu ranting kayu dan cangkang buah karet, dengan perekat tepung kanji dan air.

Peralatan Penelitian

1. Alat pirolisis

Berikut skema alat pirolisis yang digunakan untuk pembuatan arang cangkang buah karet dan ranting kayu.



Gambar 1. Skema Alat Pirolisis

Keterangan: 1. Reaktor pirolisis 3. Pompa 5. Penampung asap cair
2. Konsensor 4. Bak air pendingin

2. Ayakan Ukuran 50 *mesh*, 70 *mesh*, 100 *mesh* dan 120 *mesh*
3. Alat cetak biobriket

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan Baku

Bahan ranting kayu dan cangkang buah karet dibersihkan terlebih dahulu dan dicacah, kemudian dijemur dibawah sinar matahari.

Pembuatan Perekat Kanji

Larutan tepung kanji dan air dengan rasio (b/v) sebanyak 20 g dan 80 mL dimasak sambil diaduk sampai terbentuk lem kanji.

Proses Pembuatan Biobriket

Bahan baku terlebih dahulu dipirolisis untuk menghasilkan arang dengan suhu 350 °C selama 60 menit. Arang hasil pirolisis diayak menggunakan ayakan 50 *mesh*, 70 *mesh*, 100 *mesh* dan 120 *mesh*. Kemudian bahan ditimbang dengan variasi cangkang dan kayu karet yaitu 1:1, 1:3, 1:5 dan 1:7. Setelah itu bahan baku yang dicampur dengan perekat kanji. Langkah terakhir hasil campuran tersebut dicetak manual berbentuk silinder dan dikeringkan dalam oven.

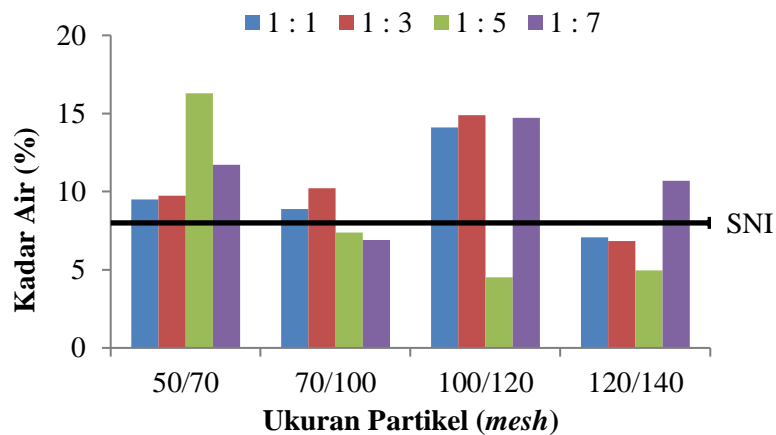
Analisis Hasil Penelitian

Analisis yang dilakukan terhadap biobriket yang dihasilkan yaitu menentukan kadar air biobriket, kadar abu, kadar zat menguap, densitas dan nilai kalor yang mengacu pada SNI 01-6325-2000.

3. Hasil

Pengaruh Rasio Campuran Bahan Baku dan Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kadar Air (*Moisture*)

Kadar air pada bahan bakar padat mempengaruhi karakteristik pembakaran. Oleh karena itu kadar air dalam biobriket harus serendah mungkin sehingga tidak membutuhkan banyak energi untuk mengeringkannya [14]. Pengaruh rasio bahan baku dan ukuran partikel pada kadar air biobriket dapat dilihat pada Gambar 2.

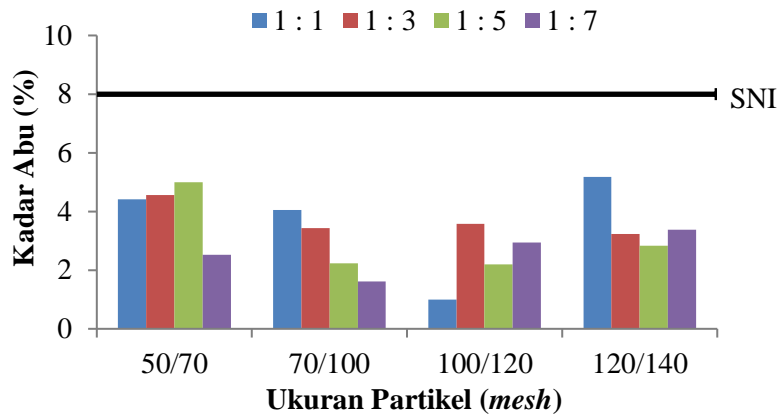


Gambar 2. Pengaruh Perbandingan Cangkang Buah Karet dan Ranting Kayu Serta Ukuran Partikel Terhadap Kadar Air Biobriket

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kadar air biobriket terendah diperoleh pada perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:5 dan ukuran partikel 100 *mesh* yaitu 4,50%, sedangkan variasi lainnya masih banyak yang belum memenuhi SNI (maksimal 8%) (BSN 01-6325-2000). Tingginya kadar air ini disebabkan oleh sifat partikel biobriket ranting kayu dan cangkang buah karet yang higroskopis terhadap air dan udara sekitar sehingga pada saat pembuatan biobriket masih ada air dari luar yang terikat. Selain itu, diduga pada saat percobaan masih ada terbawa arang yang memiliki ukuran partikel yang lebih besar dan jumlah pori-pori yang lebih banyak sehingga mampu menyerap air lebih banyak [15].

Pengaruh Rasio Campuran Bahan Baku dan Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kadar Abu (*Ash Content*)

Abu adalah sisa hasil pembakaran yang salah satu komponennya berupa silika. Mineral yang tidak mudah terbakar akan tertinggal dan menjadi abu. Tingginya kadar abu dapat menurunkan nilai kalor biobriket sehingga memberikan pengaruh kualitas yang tidak baik [15]. Kadar abu ditentukan dengan menimbang residu dari pembakaran sempurna biobriket. Pengaruh rasio bahan baku dan ukuran partikel pada kadar abu biobriket dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Perbandingan Cangkang Buah Karet dan Ranting Kayu Serta Ukuran Partikel Terhadap Kadar Abu Biobriket

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan baku dan ukuran partikel tidak berbeda secara signifikan. Hal ini dilihat dari nilai kadar abu biobriket terendah diperoleh pada perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:1 dengan ukuran partikel 100 *mesh* yaitu 0,99%, sedangkan nilai kadar abu tertinggi diperoleh dari perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:1 pada ukuran partikel 120 *mesh* yaitu sebesar 5,19%.

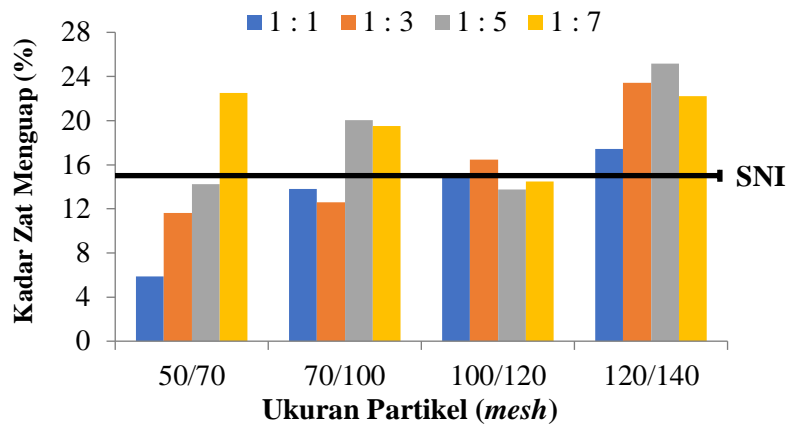
Dari hasil penelitian tersebut nilai kadar abu yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas biobriket berdasarkan SNI 01-6325-2000 (maksimum 8%) hanya saja mengalami fluktuasi antara variasi perbandingan bahan baku dan ukuran partikelnya. Proses pirolisis mempengaruhi kadar abu yang diperoleh yaitu penggunaan suhu yang tidak terlalu tinggi (350 °C) dan oksigen yang terbatas dapat menurunkan kadar abu biobriket [16] [17]. Sebaliknya jika suhu terlalu tinggi (>500 °C), biomassa akan terdekomposisi menjadi abu sehingga nilai kalor biobriket menurun [18]. Jika kadar abunya rendah maka lebih disukai karena dapat meningkatkan nilai kalor dan semakin baik pula kualitas biobriket [19].

Pengaruh Rasio Campuran Bahan Baku dan Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kadar Zat Menguap (*Volatile Matter*)

Zat menguap pada biobriket merupakan campuran hidrokarbon rantai pendek dan panjang seperti gas yang mudah terbakar atau tidak mudah terbakar atau kombinasi keduanya yang dilepaskan selama pembakaran [20]. Kadar zat menguap ditentukan dengan hilangnya berat yang terjadi ketika biobriket dipanaskan pada tingkat pemanasan tertentu tanpa kontak dengan udara pada suhu 900 °C. Pengaruh rasio bahan baku dan ukuran partikel pada kadar zat terbang biobriket dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai kadar zat menguap biobriket terendah diperoleh pada perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:1 dengan ukuran partikel 50 *mesh* yaitu 5,85%, sedangkan nilai kadar zat menguap tertinggi diperoleh dari perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:5 pada ukuran partikel 120 *mesh* yaitu sebesar 25,17%.

Kandungan *volatile matter* yang lebih rendah merupakan indikasi biobriket tidak mudah terbakar, namun setelah dinyalakan akan terbakar dengan lancar, sedangkan kandungan *volatile matter* yang tinggi menghasilkan sifat mudah terbakar yang tinggi dan menyebabkan asap lebih banyak ketika dinyalakan, hal ini disebabkan oleh reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol dalam biobriket dan menurunkan nilai kalor [20]. Oleh sebab itu, sebaiknya kandungan *volatile matter* suatu bahan tidak terlalu tinggi untuk menghindari terbentuknya asap yang berlebihan selama pembakaran.

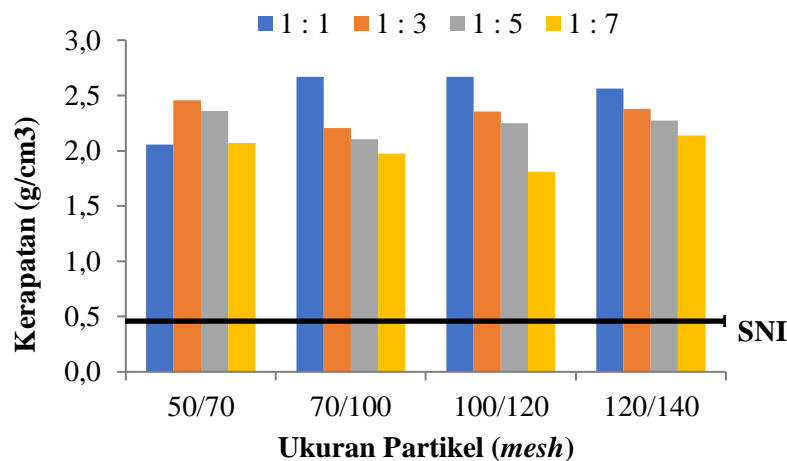


Gambar 4. Pengaruh Perbandingan Cangkang Buah Karet dan Ranting Kayu Serta Ukuran Partikel Terhadap Kadar Zat Menguap Biobriket

Dari hasil penelitian yang diperoleh nilai kadar zat menguap pada beberapa variasi masih belum memenuhi SNI (maksimal 15%) (BSN 01-6325-2000). Hal ini dikarenakan pada saat proses pengeringan bahan baku yang tidak homogen sehingga adanya kandungan air yang masih terikat dan komponen kimia seperti pengotor dari biobriket arang itu sendiri [21]. Kadar air ini menyebabkan masih banyak arang yang tersisa sehingga kandungan zat terbang yang diperoleh pun tidak terlalu tinggi dan tidak menimbulkan asap saat dibakar. Selain itu, dimungkinkan terdapat partikel arang dan perekat kanji yang belum tercampur secara merata sehingga terjadi beberapa penggumpalan pada biobriket.

Pengaruh Rasio Campuran Bahan Baku dan Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kerapatan (*Density*)

Kerapatan merupakan perbandingan berat terhadap volume biobriket. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan tingkat homogenitas dari biobriket arang yang dibuat. Pengaruh rasio bahan baku dan ukuran partikel pada kerapatan biobriket dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Perbandingan Cangkang Buah Karet dan Ranting Kayu Serta Ukuran Partikel Terhadap Kerapatan Biobriket

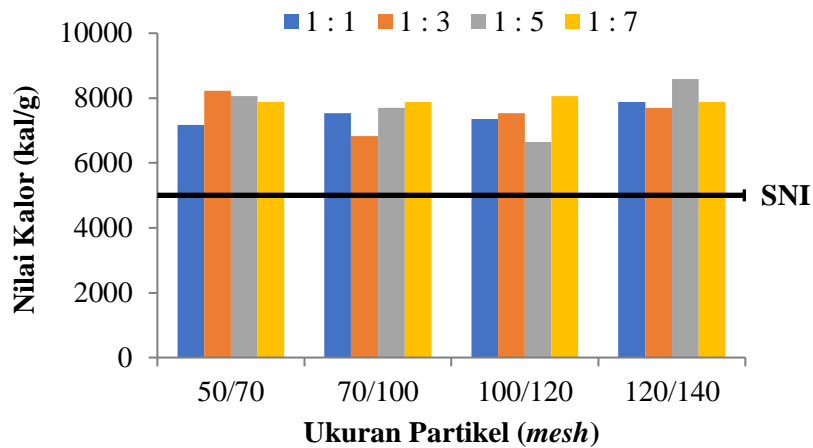
Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai kerapatan pada berbagai komposisi bahan baku dan ukuran partikel tidak berbeda secara signifikan. Nilai kerapatan biobriket terendah diperoleh pada perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:7 dengan ukuran partikel 100 *mesh* yaitu 1,8099 g/cm³, sedangkan nilai kerapatan tertinggi diperoleh dari perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:1 pada ukuran partikel 70 *mesh* yaitu sebesar 2,6701 g/cm³. Kerapatan merupakan perbandingan berat terhadap volume biobrike, dan kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan tingkat homogenitas dari briket arang yang dibuat.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai kerapatan yang diperoleh mengalami fluktuasi dengan semakin halusnnya partikel arang. Setiap perlakuan sudah memenuhi standar mutu yang ditetapkan oleh Jepang (1-2 g/cm³), Amerika (1 g/cm³), Inggris (0,85 g/cm³) maupun standar SNI (0,46 g/cm³) [22]. Hal ini diduga adanya ketidakmerataan kuat tekan yang diberikan sehingga terdapat partikel yang lebih padat pada setiap biobriket.

Selain itu, penambahan komposisi bahan baku mempengaruhi berat dan volume biobriket semakin meningkat sehingga menghasilkan kerapatan yang tinggi karena ikatan antar bahan semakin bagus dan pembakaran yang lebih lama.

Pengaruh Rasio Campuran Bahan Baku dan Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Nilai Kalor (*Caloric Value*)

Nilai kalor diperlukan untuk mengetahui nilai panas pembakaran dari biobriket yang dihasilkan sebagai bahan bakar padat. Semakin tinggi nilai kalor biobriket, semakin baik pula kualitasnya. Pengaruh rasio bahan baku dan ukuran partikel pada nilai kalor biobriket dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Perbandingan Cangkang Buah Karet dan Ranting Kayu Serta Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kalor Biobriket

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai kalor biobriket terendah diperoleh pada perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:5 dan ukuran partikel 100 *mesh* yaitu 6653,60 kal/g, sedangkan nilai kalor tertinggi diperoleh dari perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu 1:5 dan pada ukuran partikel 120 *mesh* yaitu sebesar 8579,64 kal/g. Nilai kalor yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas biobriket berdasarkan SNI 01-6325-2000 (minimum 5000 kal/g) serta standar Jepang (6000-7000 kal/g), Inggris (6500 kal/g) dan Amerika (7000 kal/g) [22].

Faktor jenis bahan baku mempengaruhi besarnya nilai kalor bakar biobriket yang dihasilkan. Semakin kering bahan baku yang digunakan maka kadar air yang terkandung dalam biobriket akan sedikit sehingga diperoleh nilai kalor tinggi. Dari penelitian ini dapat dijelaskan bahwa semakin banyak jumlah ranting kayu yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini disebabkan nilai kalor dari ranting kayu yang lebih tinggi yaitu 4526,98 kal/g [23], sedangkan cangkang buah karet memiliki nilai kalor 4283,76 kal/g [24]. Penelitian Hanandito dan Willy (2011) menunjukkan bahwa perekat kanji juga dapat meningkatkan nilai kalor biobriket, karena tepung kanji memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu 6332,654 kal/g [25].

4. Kesimpulan

Cangkang buah karet dan ranting kayu dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biobriket. Perbandingan cangkang buah karet dan ranting kayu terbaik pada penelitian ini adalah 1:5 pada ukuran partikel 100 *mesh* dengan nilai kadar air terendah 4,50%, kadar abu 2,19%, kadar zat menguap 13,73%, kerapatan 2,2502 g/cm³, dan kalor sebesar 6.653,60 kal/g.

5. Konflik Kepentingan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan (*conflict of interest*) pada publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] I. W. Mariki, S. Wahyudi, and D. Widhiyanuriyawan, "Karakteristik pembakaran biobriket kulit dan cangkang karet (*hevea brasiliensis*) dengan perekat glyserin," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [2] X. Song, S. Zhang, Y. Wu, and Z. Cao, "Investigation on the properties of the bio-briquette fuel prepared from hydrothermal pretreated cotton stalk and wood sawdust," *Renewable Energy*, vol. 151, pp. 184–191, 2020.
- [3] M. Mahidin, A. Gani, and K. Khairil, "Physical characterization and desulfurization of biobriquette

- using calcium-based adsorbent,” *Makara Journal of Technology*, vol. 15, no. 2, p. 178, 2013.
- [4] E. Fagbemi et al., “Determination of physical and mechanical properties of briquettes produced from carbonized rubber seed shell using local binder,” *American Journal of Materials Research*, vol. 1, no. 3, pp. 44–47, 2014.
- [5] Supriyatno and M. Crishna, “Studi kasus energi alternatif briket sampah lingkungan kampus polban bandung,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*, no. 21, pp. 1–9, 2010.
- [6] J. S. T. Allo, A. Setiawan, and A. S. Sanjaya, “Utilization of rice husk for making biobriquette,” *J. Chemurg.*, vol. 2, no. 1, pp. 17–23, 2018.
- [7] N. Ali, A. N. M. Tabi, F. A. Zakil, W. N. F. Mohd Fauzai, and O. Hassan, “Yield performance and biological efficiency of empty fruit bunch (EFB) and palm pressed fibre (PPF) as substrates for the cultivation of *pleurotus ostreatus*,” *Jurnal Teknologi*, vol. 64, no. 1, pp. 93–99, 2013.
- [8] Santosa, M. R, and S. P. Anugrah, “Studi Variasi Komposisi Bahan Penyusun Briket dari Kotoran Sapi dan Limbah Pertanian,” Jakarta, Organisasi Profesi Ilmiah LIPI, 2012.
- [9] M. Musabbikhah, H. Saptoadi, S. Subarmono, and M. A. Wibisono, “Optimasi proses pembuatan briket biomassa menggunakan metode taguchi guna memenuhi kebutuhan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan,” *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 22, no. 1, p. 121, 2015.
- [10] Nahar, Zukifli, and Satriananda, “Pembuatan biobriket dari limbah biomassa,” *Jurnal Reaksi*, vol. 6, no. 1, pp. 2656–3053, 2019.
- [11] S. Widodo and N. Asmiani, “Utilising of canary shell as the material of bio-briquette,” *International Journal of Engineering and Science Applications*, vol. 6, no. 1, pp. 2656–3053, 2019.
- [12] SNI, “Briket arang kayu SNI 01-6235-2000,” Jakarta: Badan Standar Nasional, 2000.
- [13] Iriany, Firman Abednego Sarwedi Sibarani, and Meliza, “Pengaruh perbandingan tempurung kelapa dan eceng gondok serta variasi ukuran partikel terhadap karakteristik briket,” *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 5, no. 3, pp. 56–61, 2016.
- [14] H. A. Ajimotokan, A. O. Ehindero, K. S. Ajao, A. A. Adeleke, P. P. Ikubanni, and Y. L. Shuaib-Babata, “Combustion characteristics of fuel briquettes made from charcoal particles and sawdust agglomerates,” *Scientific African*, vol. 6, p. e00202, 2019.
- [15] A. Susanto and T. Yanto, “Pembuatan briket bioarang dari cangkang dan tandan kosong kelapa sawit,” *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 6, no. 2, pp. 68–81, 2013.
- [16] T. Bantacut, D. Hendra, and D. Rathi, “The quality of biopellet from combination of palm shell charcoal and palm fiber,” *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 23, no. 1, pp. 1–12, 2013.
- [17] K. Ridhuan, D. Irawan, Y. Zanaria, and N. Adi, “Pengaruh cara pembakaran pirolisis terhadap karakteristik dan efisiensi arang dan asap cair yang dihasilkan,” *Forum Grup Diskusi Teknologi Perguruan Tinggi Muhammadiyah (FGDT XI-PTM)*, pp. 141–150, 2018.
- [18] M. Faizal, “Utilization biomass and coal mixture to produce alternative solid fuel for reducing emission of green house gas,” *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 950–956, 2017.
- [19] D. Sandri and F. S. Hadi, “Optimasi bentuk dan ukuran arang dari kulit buah karet untuk menghasilkan biobriket” *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, vol. 3, no. 2, pp. 23–29, 2016.
- [20] B. C. Falemara, V. I. Joshua, O. O. Aina, and R. D. Nuhu, “Performance evaluation of the physical and combustion properties of briquettes produced from agro-wastes and wood residues,” *Recycling*, vol. 3, no. 3, pp. 1–13, 2018.
- [21] Y. Ristianingsih, A. Ulfa, and R. Syafitri, “Karakteristik briket bioarang berbahan baku tandan,” *Jurnal Konversi*, vol. 4, no. 2, pp. 16–21, 2015.
- [22] G. Giyanto and H. Sinaga, “The making and quality testing of bio-briquette from oil palm waste raw materials as an alternative energy,” *International Journal of Energy Engineering*, vol. 2019, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [23] T. E. Agustina and M. Faizal, “The effect of air fuel ratio and temperature on syngas composition and calorific value produced from downdraft gasifier of rubber wood-coal mixture,” *International Journal of Engineering*, vol. 31, no. 9, pp. 1480–1486, 2018.
- [24] F. Ahmadan, L. Trisnaliani, Tahdid, D. Agustin, and A. D. Putri, “Pembuatan biopellet dari campuran cangkang dan daging biji karet menggunakan screw oilpress machine,” *Jurnal Fluida*, vol. 12, pp. 35–42, 2019.
- [25] L. Hanandito and W. Sulthon, “Pembuatan briket arang tempurung kelapa dari sisa bahan bakar pengasapan ikan Kelurahan Bandarharjo Semarang,” Technical Report, Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, pp. 1–9, 2012.