



KARAKTERISASI BIOBRIKET DARI TEMPURUNG KEMIRI

Khairun Nissah, Sulhatun*, Masrullita, Agam Muarif, Novi Sylvia

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

*e-mail: sulhatun@unimal.ac.id

Abstrak

Biobriket adalah padatan yang dibuat melalui kompresi dan tekanan yang menghasilkan sedikit asap saat dibakar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur sifat-sifat biobriket cangkang kemiri seperti densitas, nilai kalor, kandungan volatil, dan kandungan karbon padat. Penelitian ini sebelumnya telah dilakukan dengan memproduksi biobriket dari cangkang kemiri dengan menggunakan proses pirolisis sebagai bahan bakar alternatif. Oleh karena itu, proses pirolisis tidak digunakan dalam penelitian ini. Bahan dasar cangkang kemiri dijemur di bawah sinar matahari selama 48 jam kemudian digiling dengan crusher. Ukuran partikel cangkang kemiri divariasikan dengan ukuran sebagai berikut: 50 mesh, 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh. Biobriket diproduksi dengan perbandingan perekat yang berbeda-beda yaitu 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5%. Kemudian keringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan kualitas biobriket cangkang kemiri densitas tertinggi terdapat pada sampel D4 (yaitu 0,965 g/cm³) dan kandungan volatil tertinggi terdapat pada sampel D4 (yaitu 14,54%). Kandungan karbon padat tertinggi terdapat pada sampel A1 yaitu 74,923% dan nilai kalor tertinggi terdapat pada sampel D4 yaitu 5239,08 kal/gr.

Kata Kunci: Biobriket, Cangkang Kemiri, Densitas, Pirolisis, Ukuran Partikel.

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i3.15088>

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negeri yang mempunyai banyak potensi sumber daya alam (SDA), baik di darat mau pun di laut, seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Bahan bakar fosil minyak bumi, maupun gas alam, dan batu bara saat ini menjadi sumber energi utama pendukung aktivitas perkotaan. Ketergantungan masyarakat yang tinggi terhadap bahan bakar fosil menimbulkan masalah peningkatan emisi gas rumah kaca.

Akibat meningkatnya aktivitas manusia, kebutuhan energy tanaman dan hewan dari bahan bakar fosil, terutama minyak tanah, meningkat dari tahun ke tahun (13). Secara rata-rata, konsumsi minyak bumi meningkat 6% per tahun. Nilai ini diperkirakan akan terus meningkat di tahun depan seiring dengan menurunnya cadangan minyak bumi Indonesia. Untuk menghindari hal ini, perlu dilakukan upaya-upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku minyak bumi melalui penggunaan sumber energi alternatif terbarukan yang ada. Indonesia memiliki sumber energi alternatif terbarukan yang relatif besar seperti biomassa dan sampah organik. Biomassa atau sampah organik dapat diolah dan digunakan sebagai bahan bakar alternatif, misalnya dengan memproduksi biobriket (14).

Energy biomassa merupakan salah satu sumber energy alternatif yang diprioritaskan untuk dikembangkan dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Di sisi lain, sebagai negara agraris, Indonesia menghasilkan limbah pertanian dalam jumlah besar yang belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah pertanian tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar padat dengan teknologi alternatif yang disebut briket bioarang. Limbah pertanian yang telah banyak diteliti antara lain limbah sabut kelapa, limbah sekam padi, eceng gondok, ampas tebu, dan tongkol jagung (5). Biobriket adalah padatan yang dibuat dengan cara dikompresi dan diberi tekanan dan menghasilkan sedikit asap ketika dibakar. Biobriket diproses dengan menggunakan sistem pengepresan dan perekat. Kelebihan dari briket cetak adalah ukurannya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan, porositasnya dapat diatur agar lebih mudah dibakar, dan lebih mudah dibakar sebagai bahan bakar. Pengolahan menjadi briket bertujuan untuk meningkatkan sifat bahan baku dan nilai kalor dari biomassa (6). Menurut (2), 64.57% dari buah kemiri terdiri dari tempurung kemiri. Umumnya, limbah cangkang kemiri dibakar begitu saja. Hal ini dapat mempengaruhi pemanasan global. Selain itu, cangkang kemiri juga digunakan sebagai karbon aktif dalam berbagai aplikasi penyulingan minyak nabati dengan waktu kontak yang bervariasi. Pemanfaatan limbah cangkang kemiri sebagai biobriket meliputi (9) pengujian porositas briket, dan (8) pengujian kadar air, kadar abu, porositas, dan nilai kalor. Selain itu, penelitian lebih lanjut

mengenai briket tempurung kemiri juga sedang dilakukan. **Pembuatan biobriket dari cangkang kemiri sudah banyak dilakukan penelitian. Termasuk juga penelitian Rustam Effendi tahun 2021 yang berjudul “Analisis Sifat Biobriket dari Cangkang Kemiri Sebagai Bahan Bakar Alternatif”, hasil uji fisik dan langsung. Briket mempunyai kadar air rata-rata 3,82%, kadar abu 6,64%, kadar volatil 26,09%, kadar karbon 63,30%, nilai kalor 6061 kkal/kg, kuat tekan 5,708 kg/cm², massa jenis 0,679 g/cm³, CO 1,201 % , NO_x 421 ppm, HC 247,80 ppm. Briket berbahan dasar cangkang kemiri dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena nilai kalornya yang relatif tinggi yaitu 6061 kkal/kg. Dari penelitian di atas nilai kalornya tinggi namun densitasnya rendah, sehingga penelitian ini dapat menguji variasi ukuran partikel dan kandungan perekat.**

Beberapa peneliti juga sedang berupaya untuk menghasilkan briket arang berkualitas tinggi dari cangkang kemiri. Abdul Rahman, Eddy Kurniawan, dan Fauzan (2016) dalam penelitiannya mengenai karakterisasi biobriket berbahan baku campuran kulit kemiri dan tempurung kemiri. Di sini, kulit dan tempurung kemiri dipirolisis menjadi arang yang dapat diolah menjadi briket biomassa dan digunakan sebagai bahan bakar. Nilai kalor tertinggi yang dianalisis dalam hasil penelitian ini adalah 6.1701 kal/g untuk komposisi tempurung kemiri 100:0 dengan perekat tempurung kemiri dan tar. Kadar air terendah adalah 12.5% untuk komposisi 100% tempurung kemiri dengan perekat tepung beras. Kandungan volatil tertinggi adalah 0.27% pada komposisi 60:40 dengan perekat tar. Kadar abu tertinggi adalah 7.72% pada komposisi 0:100 yang mengandung perekat tepung beras. Nilai karbon terikat tertinggi adalah 94.76 pada komposisi 40:60 yang mengandung pasta tepung beras. Sedangkan menurut Rustam Efendi, Hermanto, dan Sungkono (2022), penelitian yang dilakukan untuk menganalisis sifat-sifat briket tempurung kemiri sebagai bahan bakar alternatif. Pembuatan briket dari tempurung kemiri dilakukan melalui proses karbonisasi pirolitik (370°C) dengan menggunakan serbuk arang berukuran 40 mesh. Pasta kanji (tepung tapioka) dibuat dengan perbandingan serbuk karbon aktif dan pasta kanji (tepung tapioka) 90:×10%. Cetakan briket dengan beban tekanan yang berbeda

yaitu 350kg, 400kg, 450kg, 500kg. Selanjutnya, menguji sifat fisik briket dilakukan uji sifat fisik, uji proksimat, dan uji emisi briket tempurung kemiri. Hasil uji fisik, proksimat dan emisys briket kulit kemiri yang dihasilkan menunjukkan nilai rata-rata yaitu kadar air 3,82%, kadar abu 6,64%, komponen volatil 26,09%, kadar karbon 63,30%, nilai kalor 6061 kkal/kg, dan nilai rata-rata kuat tekannya sebesar 5,708 kg/cm², massa jenis 0,679 g/cm³, CO 1,201%, NOx 421 ppm, HC 247,80 ppm. Briket tempurung kemiri dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena nilai kalornya yang relatif tinggi yaitu 6061 kkal/kg.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan ringkasan dan ulasan dari makalah-makalah yang disebutkan di atas. Namun yang membedakan penelitian ini dengan penelitian lainnya adalah ukuran partikel yang digunakan yaitu 50, 60, 80, dan 100 mesh, serta jumlah perekat yang digunakan yaitu 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5%. Oleh karena itu, “Karakterisasi biobriket dari cangkang kemiri” menjadi judul penelitian ini.

2. Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah cangkang kemiri, air, tepung tapioka, crusher, gelas ukur, sendok pengaduk, timbangan digital, oven, sieve shakers, dan hot plate.

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap pengayakan tepung tempurung kemiri, tahap pembuatan perekat tepung tapioka, dan tahap pembuatan biobriket.

Dalam pembuatan bahan bakunya, cangkang kemiri dicuci dan keringkan di bawah sinar matahari kurang lebih selama dua hari. Bahan baku cangkang kemiri kemudian digerus atau dihancurkan dengan menggunakan crusher. Serbuk cangkang kemiri yang dihasilkan disaring melalui tahap ayakan dengan ayakan 50, 60, 80, dan 100 mesh sebelum diolah menjadi biobriket. Serbuk cangkang kemiri yang digunakan merupakan serbuk yang telah melewati ayakan 50, 60, 80, dan 100 mesh.

Pada tahap pembuatan perekat, Tepung tapioka diolah dan ditimbang sesuai perubahan variasi yang diperlukan. Lem tepung tapioka dibuat dengan cara

mencampurkan tepung tapioka dan air lalu dipanaskan larutan dengan hot plate sampai mengental dan warnanya berubah dari putih menjadi bening.

Langkah terakhir adalah pembuatan biobriket. Pada langkah ini siapkan serbuk cangkang kemiri dan tambahkan perekat sesuai variasi yang diinginkan. Campuran tersebut kemudian diaduk hingga benar-benar homogen. Campuran tersebut kemudian dituangkan ke dalam cetakan dan ditekan menggunakan alat press biobriket manual. Kemudian lakukan pengeringan di dalam oven selama 60 menit. Keluarkan biobriket dari oven dan biarkan dingin.

1. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini menyelidiki hubungan antara ukuran partikel dan pengaruh kandungan perekat. terhadap sifat biobriket berbahan dasar cangkang kemiri. Data yang disajikan berupa hasil uji kerapatan, kandungan volatil, kandungan karbon tetap, dan nilai kalor.

Tabel 1. Data hasil pengujian karakteristik biobriket tempurung kemiri.

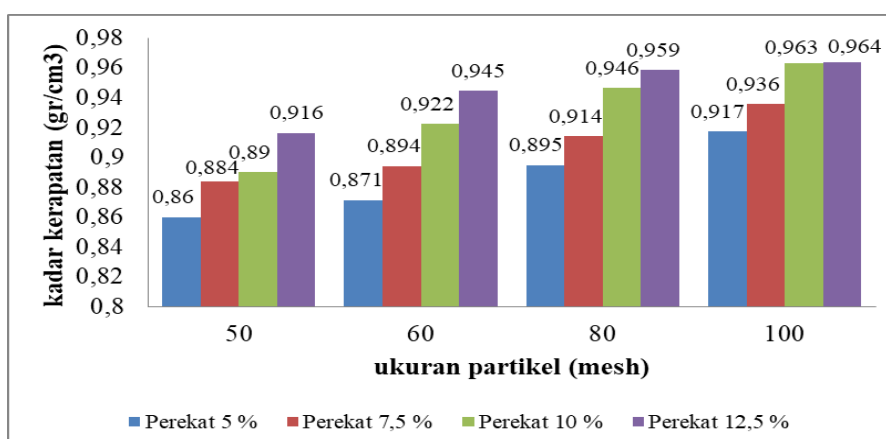
No sampel	Komposisi (%)		Parameter yang diuji			
	Ukuran partikel (Mesh)	Kadar Perekat	Kerapatan (gr/ml)	Kadar Volatile Metter (%)	Kadar Fixed Carbon (%)	Nilai Kalor
A1	50	5	0,8600	10,84	74,8228	-
A2		7,5	0,884	11,22	74,5689	-
A3		10	0,8901	12,02	73,9922	-
A4		12,5	0,9164	12,66	73,4797	-
B1	60	5	0,8715	11,42	74,2751	-
B2		7,5	0,8943	11,64	74,2489	-
B3		10	0,9223	12,66	73,5572	-
B4		12,5	0,9448	13,42	72,8143	-
C1	80	5	0,8949	12,16	73,8989	-
C2		7,5	0,9143	12,26	73,7444	-
C3		10	0,9465	13,24	73,0433	-

C4		12,5	0,9587	13,88	72,4158	-
D1	100	5	0,9172	12,84	73,4475	4376,8510
D2		7,5	0,9359	13,18	73,2499	4703,1145
D3		10	0,9632	14,1	72,1858	4931,6900
D4		12,5	0,9637	14,54	72,0009	5239,0847

Sumber : penelitian 2023

3.1 Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar Perekat terhadap Kerapatan

Kerapatan biobriket merupakan suatu sifat fisik biobriket yang berkaitan dengan ketahanan biobriket terhadap perubahan biobriket. Kerapatan menunjukkan perbandingan berat dan volume biobriket. Menurut Wijayanti (2009), besarnya massa jenis dipengaruhi oleh ukuran partikel dan keseragaman arang penyusun briket.



Gambar 4.1 Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar Perekat Terhadap Kerapatan

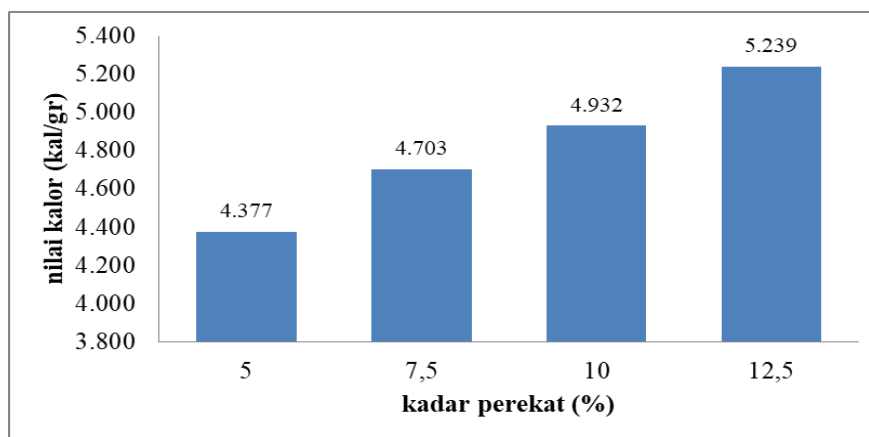
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin besar ukuran partikel biobriket berbahan dasar cangkang kemiri dan semakin besarnya kandungan perekat maka nilai densitas dari biobriket tersebut semakin meningkat. Nilai terendah terdapat pada sampel A1 atau 0,86 g/cm³, dan kerapatan tertinggi terdapat pada sampel D4 atau 0,964 gr/cm³. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran partikel maka semakin sulit pula air yang terdapat pada pori-pori untuk menguap dan keluar dari pori-pori biobriket. Berat biobriket setelah dikeringkan lebih berat dibandingkan dengan ukuran partikel yang lebih besar, sehingga biobriket dengan volume yang sama akan mempunyai kepadatan yang berbeda-beda.

Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya oleh Basuki et al. (2020) menemukan bahwa ukuran arang berpengaruh signifikan terhadap kepadatan biobriket. Semakin besar ukuran arang maka semakin sulit arang biobriket mengikat partikel-partikelnya sehingga kepadatan yang dihasilkan akan semakin rendah.

Jumlah perekat yang disediakan juga berperan. Semakin besar jumlah perekat yang digunakan maka semakin tinggi pula densitas biobriket tersebut. Hal ini sesuai dengan Jahiding dkk. (2019) menemukan bahwa kandungan perekat yang lebih tinggi meningkatkan daya rekat dan ikatan antar molekul penyusun biobriket. Selain itu, kepadatan yang lebih tinggi mungkin disebabkan oleh ikatan yang lebih padat dan kuat antara bubuk karbon. Ukuran partikel yang lebih kecil meningkatkan luas ikatan antar serbuk sehingga meningkatkan densitas briket.

3.2 Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar perekat Terhadap Nilai Kalor

Nilai kalor sangat menentukan kualitas biobriket dan oleh karena itu menjadi salah satu parameter dalam pengujian kualitas biobriket. Semakin tinggi nilai kalor biobriket maka semakin baik kualitas biobriket sehingga cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif (11).



Gambar 4.2 Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar Perekat Terhadap Nilai Kalor

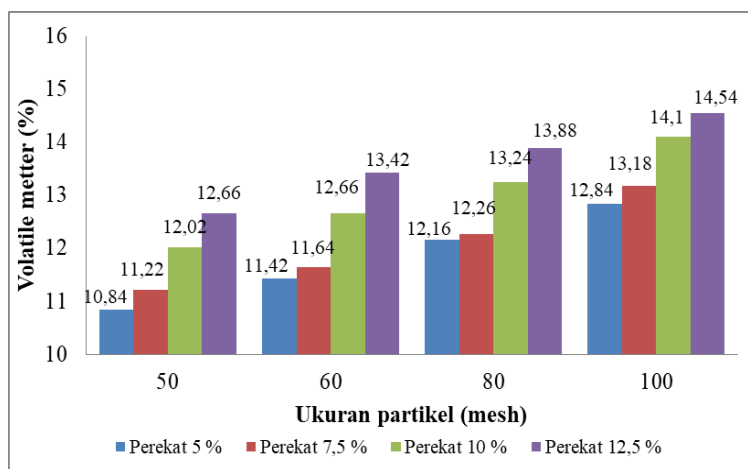
Dari Gambar 4.2 terlihat bahwa nilai kalor biobriket berbahan dasar cangkang kemiri semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah perekat yang diaplikasikan. Nilai kalor terendah pada biobriket berbahan dasar cangkang kemiri terdapat pada sampel D1 dengan nilai 4376,85 cal/g, dan nilai tertinggi pada sampel D4 dengan nilai 5239,08 cal/g. Semakin tinggi nilai kalor, semakin

tinggi kualitas bahan bakarnya. Hasil dari empat variasi ukuran biobriket menunjukkan nilai kalor yang dihasilkan memenuhi standar minimal biobriket, yaitu minimal 5000 kal/g. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat maka nilai kalornya pun semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Fansyuri dkk. (2023) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat maka semakin tinggi pula nilai kalornya. Menurunnya nilai kalor disebabkan oleh meningkatnya kadar air pada biobriket. Berbeda dengan biobriket yang mempunyai ukuran partikel kecil, air yang dapat disimpan di dalamnya sangat sedikit. Sebaliknya, biobriket dengan ukuran partikel besar menyimpan lebih banyak air secara signifikan. Hal ini karena partikel yang lebih kecil menciptakan rongga yang lebih besar sehingga air lebih mudah menguap. Berbeda dengan biobriket, ukuran partikel yang besar memperkecil rongga sehingga menyulitkan uap air di dalam briket keluar sehingga meningkatkan nilai kalor dan menurunkan nilai kalor.

Hasil analisis nilai kalor pada penelitian ini didukung oleh Alfajriandi (2017), menyatakan bahwa perbedaan ukuran partikel dapat mempengaruhi tinggi rendahnya nilai kalor yang dihasilkan. Tinggi rendahnya nilai kalor dapat juga dipengaruhi oleh karbon terikat yang dihasilkan.

3.3 Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar perekat Terhadap *Volatile Matter*

Zat yang mudah menguap adalah zat yang menguap ketika senyawa selain air, abu, dan karbon yang terkandung dalam batubara terurai. Menurut Faizal et al. (2014), laju zat mudah menguap adalah hilangnya mineral dalam briket ketika briket dipanaskan pada laju pemanasan konstan hingga suhu antara 700 °C hingga 950 °C tanpa udara.



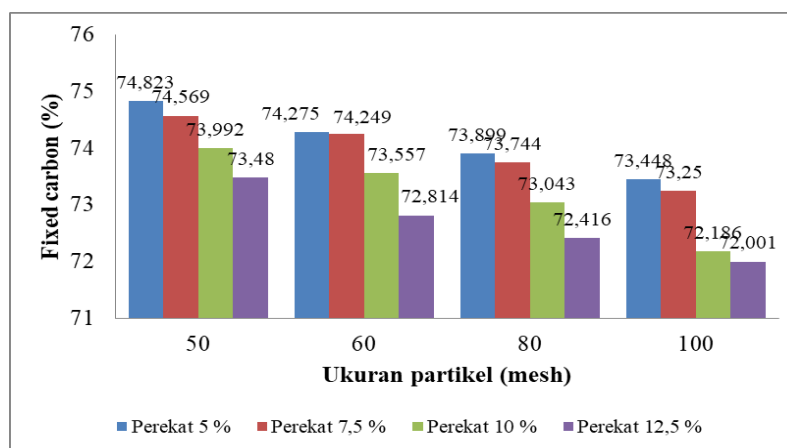
Gambar 4.3 Pengaruh ukuran Partikel dan Kadar perekat Terhadap *Volatile Matter*

Dari Gambar 4.3, seiring bertambahnya ukuran partikel dan kandungan perekat biobriket cangkang kemiri, maka kandungan zat volatil pada biobriket cangkang kemiri pun semakin meningkat, dengan kadar zat volatil tertinggi pada ukuran partikel 100. yaitu 14,54%, dan kadar zat volatil terendah pada ukuran partikel 50 mesh yaitu 10,84%. Pada penelitian ini semakin kecil ukuran partikel kandungan biobriket maka semakin sulit untuk menguap, sehingga semakin kecil ukuran partikel maka nilai kandungan volatilnya semakin tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Suprpti dan Ramlah (2013) menemukan bahwa semakin kecil partikel briket maka semakin rendah proporsi briket yang menguap, sehingga semakin kecil ukuran partikel maka semakin tinggi proporsi bahan yang menguap. Jika zat volatil pada briket tinggi maka akan banyak asap yang dihasilkan pada saat briket dibakar. Tingginya kandungan asap disebabkan oleh reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol (10).

Sama halnya dengan pengaruh kandungan bahan perekat, peningkatan kandungan zat menguap pada biobriket berbahan dasar cangkang kemiri dipengaruhi oleh bertambahnya jumlah bahan perekat yang digunakan, dan zat menguap tersebut juga berarti lebih banyak. Karena kandungan volatil yang tinggi pada briket, maka akan timbul banyak asap ketika dinyalakan. Diperoleh juga informasi bahwa tingkat kandungan volatil dipengaruhi oleh komposisi kimia arang, seperti adanya pengotor pada bahan baku arang.

3.4 pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar Perekat Terhadap *Fixed Carbon*

Karbon padat merupakan unsur (karbon) yang dapat dibakar atau dioksidasi oleh oksigen di udara. Kandungan karbon terikat pada produksi biobriket mempengaruhi kualitas biobriket yang dihasilkan. Nilai karbon tetap ditentukan dengan mengurangkan 100 dari jumlah kadar air, kadar abu, dan komponen volatil. Sebagian besar karbon tetap menghasilkan arang berkualitas tinggi.



Gambar 4.4 Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar Perekat Terhadap *Fixed Carbon*

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa kandungan karbon padat pada biobriket cangkang kemiri mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya ukuran partikel dan kandungan perekat. Kandungan karbon padat tertinggi pada sampel A1 sebesar 74,823% dan terendah pada sampel D4 sebesar 72,001%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka nilai fixed carbon cenderung semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh kelembaban, abu, dan zat-zat yang mudah menguap. Semakin tinggi kandungan air, abu, dan zat menguap maka semakin rendah jumlah karbon yang terikat. Hal ini sesuai dengan pendapat Sudiro dan Suroto (2014). Ukuran partikel yang lebih kecil tampaknya menghasilkan kandungan karbon yang diserap lebih sedikit, karena kandungan air, kadar abu, dan nilai zat mudah menguap yang lebih tinggi. Banyaknya bahan perekat juga mempengaruhi kandungan karbon terikat pada biobriket yang dihasilkan dari arang tempurung kemiri. Semakin tinggi jumlah perekat, semakin rendah kandungan karbon terikatnya.

4. Kesimpulan dan Saran

Komposisi cangkang kemiri dengan ukuran partikel yang bervariasi dan kandungan perekat yang bervariasi dapat dikategorikan menghasilkan biobriket yang berkualitas tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan biobriket. Sebab, sebagian sampel tersebut sudah memenuhi standar SNI. Sifat biobriket dari cangkang kemiri menggunakan perekat tepung tapioka menunjukkan bahwa sampel A1 dengan kadar perekat 5% mempunyai massa jenis paling rendah yaitu 0,86 g/cm³, dan sampel D4 dengan kadar perekat 12,5%, mempunyai massa jenis paling tinggi 0,964 g/cm³. Kemudian nilai kalor tertinggi pada sampel D4 yaitu 5239,08 kal/gr, dan nilai kalor terendah pada sampel D1 yaitu 4376,85 kal/gr. Selanjutnya kandungan zat volatil tertinggi terdapat pada sampel D4 sebesar 14,54% dan terendah pada sampel A1 sebesar 10,84%. Kemudian sampel A1 memiliki kadar karbon tetap tertinggi sebesar 74,823%, dan sampel D4 terendah sebesar 72%.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menyediakan komposisi perekat dan ukuran partikel yang lebih bervariasi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas biobriket cangkang kemiri yang dihasilkan. Disarankan juga untuk menggunakan mesin cetak biobriket untuk lebih meningkatkan nilai densitas massa biobriket yang diperoleh.

5. Daftar Pustaka

1. Basuki, H. W., Yuniarti, Y., & Fatriani, F. (2020). analisa sifat fisik dan kimia briket arang dari campuran tandan kosong aren (*arenga pinnata merr*) dan cangkang kemiri (*aleurites trisperma*). *Jurnal Sylva Scienteeae*, 3(4), 626. <https://doi.org/10.20527/jss.v3i4.2346>
2. Botahala, L., Tena, Y. N., Dulweni, M., Litbagai, M. B., Maukafeli, M., Latipra, M. E., Utang, K. D., Alota, M., & Lapaimou, N. (2021). Pembuatan Briket Cangkang Kemiri Sebagai Bahan Bakar Alternatif Bagi Masyarakat Pedalaman Di Kabupaten Alor. *Jurnal Ilmiah Abdi Mas TPB Unram*, 3(1), 100–105. <https://doi.org/10.29303/amtph.v3i1.60>.
3. Koly, F. V. L., Karbeka, M., Mautuka, Z. A., Botahala, L., & Mulle, Y. (2018). Porosity Test Mixture Based Charcoal Briquette Candlenut Shells

(Aleurites Moluccana) and Charcoal Husk Rice (*Oryza Sativa*). *E-Journal Universitas Tribuana Kalabahi*, 1(1), 145–145. <http://ojs.untribkalabahi.ac.id/index.php/ejournal/article/view/40>

4. M. Jahiding, Mashuni, E.S. Hasan, A. S. G. (2014). Pengaruh Jenis Dan Komposisi Perekat Terhadap Kualitas Briket Batubara Muda. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 10(2), 67–76.
5. POLISI, P. (2020). *Techno Entrepreneur Acta*. 5(1), 100–103. <https://journal.unifa.ac.id/index.php/tea/article/view/230>
6. Setyawan, B., & Ulfa, R. (2019). Analisis mutu briket arang dari limbah biomassa campuran kulit kopi dan tempurung kelapa dengan perekat tepung tapioka. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi Dan Terapan*, 4(02), 110–120. <https://doi.org/10.33503/ebio.v4i02.508>
7. Sudiro, & Suroto, S. (2014). Pengaruh Komposisi Dan Ukuran Serbuk Briket Yang Terbuat Dari Batubara Dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta*, 2(2), 1–18.
8. Utomo, A. F., & Primastuti, N. (2013). Pemanfaatan Limbah Furniture Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) di Koen Gallery sebagai Bahan Dasar Pembuatan Briket Bioarang. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(2), 220–225.