



**Chemical Engineering
Journal Storage**

homepage jurnal:
<https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>

**Chemical
Engineering
Journal
Storage**

PEMBUATAN BRIKET BIOARANG DARI KULIT DURIAN DENGAN MENGGUNAKAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA

Rizky Faradaiza, Rizka Mulyawan, Zainuddin Ginting, Rozanna Dewi, Nasrul ZA
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi: e-mail: rizkamulyawan@unimal.ac.id

Abstrak

Briket bioarang adalah bahan padat yang digunakan sebagai bahan bakar alternatif, yang terbuat dari beraneka macam bahan bakar hayati atau biomassa misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami ataupun limbah pertanian. Bioarang dapat digunakan dengan melalui proses pengolahan, salah satunya adalah menjadi briket bioarang. Briket bioarang dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari seperti memasak, penghangat ruang kandang, menyetrika. Kandungan selulosa dan lignin yang tinggi, sehingga kulit durian sangat cocok digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi suhu dan komposisi campuran arang kulit durian dengan tepung tapioka terhadap uji kualitas briket bioarang kulit durian. Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum pernah dilakukan adalah penggunaan variasi suhu dan komposisi campuran arang kulit durian dengan tepung tapioka sehingga menghasilkan briket bioarang yang terbaik terdapat pada komposisi 95% arang kulit durian dan 5% perekat tepung tapioka pada suhu karbonisasi 400°C. Metode penelitian menggunakan proses karbonisasi yang dilakukan pada suhu 300°C, 350°C, 400°C dan rasio komposisi campuran arang kulit durian (%) : Perekat tepung tapioka (%) : 95:5, 90:10, 85:15. Penelitian ini menunjukkan bahwa briket bioarang yang terbaik terdapat pada komposisi 95% arang kulit durian dan 5% perekat tepung tapioka pada suhu karbonisasi 400°C, dengan kadar air sebesar 6,15%, kadar abu sebesar 7,80%, kadar zat terbang sebesar 14,95%, kadar karbon sebesar 71.11%, dan nilai kalor 5076.48 kal/gr. Laju pembakaran briket tertinggi terdapat pada variasi komposisi 85% arang dan 15% tepung tapioka dengan nilai sebesar 0,110 gr/menit pada suhu karbonisasi 400°C. Hasil Penelitian briket bioarang semua uji sudah memenuhi standar SNI 01-6235-2000.

Kata kunci: Briket, Bioarang, Karbonisasi, Kulit Durian, Nilai Kalor

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i4.11345>

1. Pendahuluan

Bahan utama dalam semua tindakan manusia di bumi adalah energi. Sumber daya alam yang terbuat dari fosil berbasis karbon adalah sumber energi

utama bagi umat manusia. Bahan bakar minyak memasok 45,7% dari kebutuhan energi negara. Ini setara dengan 55,3 juta ton minyak mentah. Sebagian besar rumah tangga masih mengandalkan minyak bumi dan gas LPG untuk kebutuhan energinya. Hanya 1,4% cadangan gas alam dunia dan 3% cadangan batubara dunia yang ada di Indonesia, yang juga memiliki sisa cadangan minyak dan gas yang sangat kecil. Salah satu perhatian yang secara signifikan mempengaruhi keberadaan manusia adalah pasokan energi. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya populasi dan biaya eksplorasi, kurangnya cadangan minyak yang mudah diakses, dan tekanan publik untuk mengurangi emisi gas karbon limbah (Mahdie et al., 2016). Dalam upaya penghematan energi, Indonesia mulai fokus menggunakan sumber energi alternatif terbarukan. Biomassa merupakan salah satu sumber energi alternatif terbarukan (Sunardi et al., 2019).

Bahan organik yang terbentuk dari tanaman, seperti daun, rumput, ranting, gulma, kotoran hewan, limbah kehutanan, dan gambut, dikenal sebagai biomassa. Itu dapat dibuat melalui proses fotosintesis sebagai barang dan sampah. Sebagai sumber energi terbarukan, energi biomassa dapat memberikan pasokan energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya pertanian dan kehutanan (Haryanti et al., 2019; Rubiyanti et al., 2019; Qistina et al., 2016). Potensi energi biomassa di Indonesia relatif besar, mencapai 49,8 GWe, sebagaimana ditunjukkan dalam strategi pengembangan energi terbarukan dan konversi energi Kementerian ESDM (2016).

Kulit durian merupakan salah satu jenis biomassa yang dapat digunakan untuk pembuatan briket, dan memiliki potensi yang besar sebagai sumber energi alternatif. Kandungan selulosa dan lignin yang tinggi dapat ditemukan pada kulit durian. Menurut hasil penelitian (Nasution, 2010), kulit durian mengandung unsur selulosa dalam jumlah yang cukup tinggi (50–60%), kandungan lignin (5%), dan jumlah pati yang rendah (5%), menunjukkan bahwa bahan ini dapat digunakan sebagai campuran bahan baku untuk pengolahan makanan dan produk lainnya. Limbah kulit durian juga memiliki sel serat berdimensi panjang dan dinding serat yang cukup tebal untuk memberikan daya rekat yang kuat bila digunakan dengan

perekat mineral atau sintetik. Kulit durian mengandung 50–60% selulosa dan 5% lignin, menjadikannya adsorben biodegradable yang ideal untuk limbah cair rumah tangga, menurut Noer et al. (2015). **Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum pernah dilakukan adalah penggunaan variasi suhu dan komposisi campuran arang kulit durian dengan tepung tapioka sehingga menghasilkan briket bioarang yang terbaik terdapat pada komposisi 95% arang kulit durian dan 5% perekat tepung tapioka pada suhu karbonisasi 400°C.**

2. Bahan dan Metode

2.1 Alat dan Bahan

Saringan 80 mesh, baskom (untuk menggabungkan komponen), printer briket, oven, timbangan analitik, mash, cawan porselin, tanur, dan pengatur waktu adalah beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini. Tepung tapioka dan kulit durian adalah bahannya.

2.2 Metode Penelitian

Penyelidikan dilakukan dalam enam tahap: pengeringan bahan baku, komposisi, pengayakan, pencampuran perekat, pencetakan dan pengepresan, dan pengeringan. Kulit durian kering kemudian dipanaskan selama kurang lebih tiga jam pada suhu 300, 350, dan 400 derajat Celcius. Arang tungku dihaluskan dengan palu. Untuk membuat serbuk kulit durian dengan ukuran 80 mesh, selanjutnya kulit durian yang sudah halus diayak. Setelah proses pengayakan selesai, arang kulit durian ditambahkan ke dalam campuran dengan perbandingan yang berbeda, seperti 95%:5%, 90%:10%, dan 85%:15%, dan diaduk hingga terdispersi merata. Perekat yang terbuat dari tepung tapioka dan air dilarutkan selama pencampuran bahan briket (1:5). Campuran tersebut ditambahkan ke pencetak briket setelah dibubarkan secara merata.

Produk jadi dari adonan briket ditempatkan dalam cetakan silinder berdiameter 1,5 cm, tinggi 3 cm. Printer briket manual kemudian digunakan untuk memadatkannya. Setelah satu hari dijemur pada suhu ruang, briket yang sudah dicetak kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C hingga beratnya

konstan. Briket kering disiapkan untuk pengujian dan dibungkus dengan kuat dalam kantong plastik agar tetap kering.

2.3 Analisa

Kadar Air

Sampel briket ditimbang terlebih dahulu, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama kurang lebih dua jam untuk mengukur kadar airnya. Setelah sampel selesai di *oven*, dibiarkan dingin selama kurang lebih satu jam sebelum ditimbang kembali dan ditentukan kadar airnya.

Kadar Abu

Sampel briket ditimbang terlebih dahulu, kemudian dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 650°C selama dua jam untuk menentukan kadar abu. Setelah selesai dalam tungku, sampel dibiarkan dingin selama dua jam sebelum ditimbang sekali lagi dan ditentukan kadar abunya.

Konten Kalori

Bahan disiapkan, dimasukkan ke dalam cawan besi, kemudian dimasukkan ke dalam kalorimeter bom oksigen untuk menentukan nilai kalornya.

Kadar Zat Terbang

Sampel briket ditimbang terlebih dahulu, kemudian dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 900°C selama 7 menit untuk mengukur konsentrasi zat terbang. Sampel dibakar, didinginkan selama 45 jam, kemudian ditentukan konsentrasi zat terbangnya.

Kandungan Karbon

Menghitung kandungan karbon semudah mengambil 100% dan mengurangi persentase zat terbang, abu, dan air yang telah disebutkan sebelumnya.

Tingkat Pembakaran

Briket arang dibakar sementara stopwatch diaktifkan setelah sampel briket ditimbang sebagai bagian dari prosedur laju pembakaran. Ketika briket mulai terbakar hingga menjadi abu, data kemudian dicatat. Briket yang tersisa kemudian ditimbang sekali lagi.

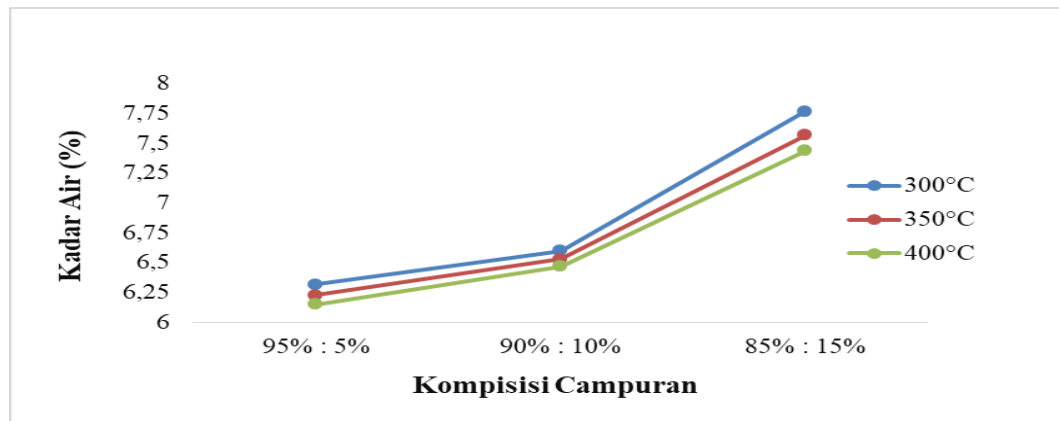
3. Hasil dan Diskusi

3.1 Karaktresitik Briket Bioarang yang Dihasilkan

Agar dapat dimanfaatkan sesuai kebutuhan, briket yang baik harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian harus dilakukan untuk menilai kadar air, kadar abu, nilai kalor, kadar zat terbang, karbon terikat, dan laju pembakaran briket yang dihasilkan.

1. Kadar Air

Jumlah air dalam briket adalah kadar airnya. Jumlah uap air dalam briket memiliki dampak yang signifikan terhadap nilai kalor dan penyalaan bahan bakar briket. Jumlah air yang digunakan berdampak pada kualitas akhir briket. Nilai kalor meningkat seiring dengan penurunan kadar air. Sebaliknya, kadar air yang lebih tinggi akan menghasilkan nilai kalor yang lebih rendah.



Gambar 4.1 Grafik Kadar Air

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan bahwa nilai kadar air pada suhu 300°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (6,32%, 6,60%, 7,77%) nilai kadar air pada suhu 350°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (6,23%, 6,53%, 7,57%), nilai kadar air pada suhu 400°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (6,15%, 6,47%, 7,44%). Dilihat dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai kadar air sudah sesuai SNI 01-6235-2000 dengan nilai kadar air maksimal 8%.

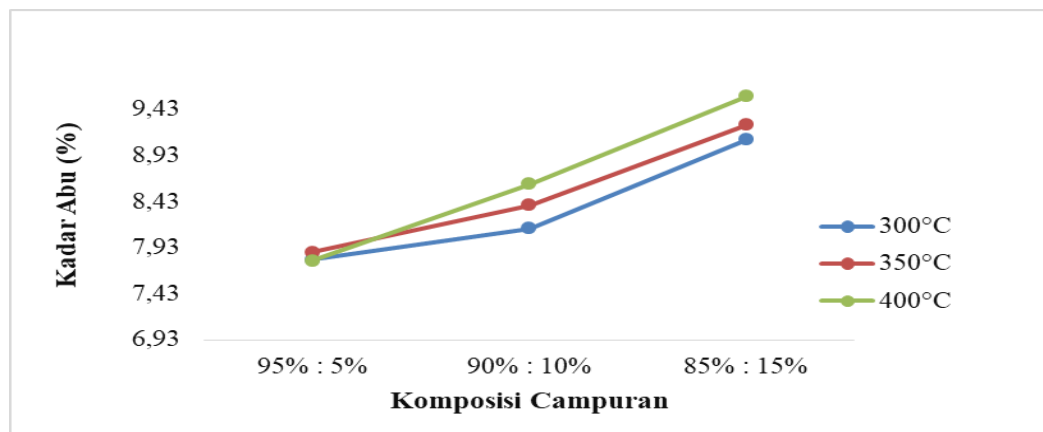
Berdasarkan grafik 4.1 komposisi arang tempurung durian 95% dan perekat tepung tapioka 5% pada suhu 400°C memiliki nilai kadar air terendah yaitu 6,15%. Pada suhu 300°C, kombinasi arang tempurung durian 85% dan

perekat tepung tapioka 15% memiliki kadar air maksimum yaitu 7,77%. Pada suhu 300°C, campuran 85% arang kulit durian dan 15% perekat tepung tapioka memiliki kadar air yang tinggi. Kadar air dalam briket semakin berkurang akibat meningkatnya suhu karbonisasi. Hal ini terjadi akibat kandungan air bahan yang menguap selama proses karbonisasi.

Kandungan air yang lebih besar pada briket bioarang kulit durian juga disebabkan oleh penggunaan dan penambahan komposisi perekat yang meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian (Ristianingsih et al., 2015) yang menyatakan bahwa semakin banyak komponen perekat yang digunakan maka kadar air briket semakin meningkat. Menurut (Maryono et al., 2013), penggunaan zat perekat meningkatkan densitas briket sehingga pori-pori menjadi lebih sempit. Briket berpori kecil menyulitkan air yang terkandung di dalamnya menguap selama pemanggangan, menurut (Ariyanto et al., 2014).

2. Kadar Abu

Satu-satunya komponen sisa pembakaran yang tidak mengandung komponen karbon adalah abu. Kualitas briket akan semakin buruk dan nilai kalornya akan semakin rendah semakin besar konsentrasi abunya.



Gambar 4.2 Grafik Kadar Abu

Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai kadar abu pada suhu 300°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (7,80%, 8,14%, 9,10%), nilai kadar abu pada suhu 350°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (7,88%, 8,39%, 9,26%), nilai kadar air pada suhu 400°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (7,79%, 8,62%, 9,57%).

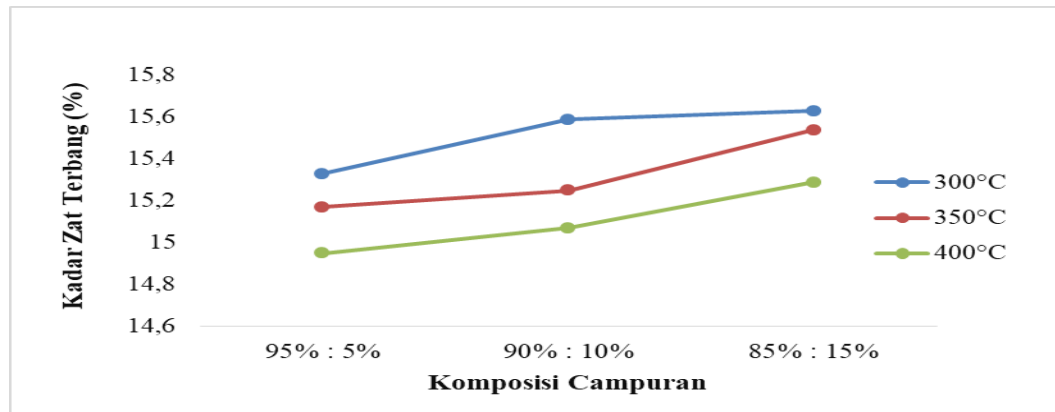
Dilihat dari kadar abu yang dihasilkan oleh masing-masing variasi suhu dan komposisi campuran tersebut hanya pada komposisi 95% arang kulit durian dan 5% perekat tepung tapioka pada suhu 350°C, 400°C, 450°C yang sesuai dengan SNI 01-6235-2000 dengan nilai kadar abu maksimal 8%.

Berdasarkan grafik 4.2 terlihat bahwa pada suhu 400°C campuran arang tempurung durian 95% dan perekat tepung tapioka 5% memiliki nilai kadar abu paling rendah yaitu 7,79%. Persentase abu terbesar dengan nilai 9,57% ditemukan pada suhu 400°C dan memiliki komposisi 85% arang tempurung durian dan 15% perekat tepung tapioka. Karena bahan akan terbakar panas dan menghasilkan banyak abu, semakin tinggi suhu karbonisasi, semakin banyak abu yang ada di dalam briket.

Karena ketidaksempurnaan bahan baku yang berkontribusi terhadap tingginya kadar abu, arang memiliki kandungan mineral yang tinggi dan menghasilkan banyak abu sebagai produk sampingan dari pembakaran. Kotoran ini dapat berupa mineral seperti Silika, Aluminium oksida, Bijih besi, Kalsium oksida, dan alkali, serta bahan bakar pengering yang tidak homogen. Bahan-bahan ini tidak dapat terbakar atau terurai oleh oksigen. Zat ini akan tetap padat setelah terbakar. Selain itu, kontaminan ekstrinsik yang berasal dari lingkungan dapat berkontribusi terhadap tingginya konsentrasi abu selama proses pembuatan briket (Purnama et al., 2012).

3. Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Zat yang dapat menguap dari tingkat zat tersuspensi briket adalah zat yang dihasilkan dari penguraian bahan kimia selain air yang masih ada di dalam arang. Saat dinyalakan, briket arang dengan bahan mudah menguap dalam jumlah tinggi akan menghasilkan lebih banyak asap; jika nilai CO tinggi, hal ini berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Miskah, 2014). Setiap bahan memiliki tingkat *volatile matter* (VM) tertentu, yang bervariasi tergantung pada elemen volatil yang ada dalam bahan tersebut.



Gambar 4.3 Grafik Kadar Zat Terbang

Berdasarkan gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai kadar zat terbang pada suhu 300°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (15,33%, 15,59%, 15,63%), nilai kadar abu pada suhu 350°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (15,17%, 15,25%, 15,54%), nilai kadar air pada suhu 400°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (14,95%, 15,07%, 15,29%). Dilihat dari kadar zat terbang yang dihasilkan sesuai dengan standar briket menurut SNI 01- 6235 2000 dengan standar kadar zat terbang maksimal 15%.

Berdasarkan grafik 4.3 terlihat bahwa pada suhu 400°C campuran arang tempurung durian 95% dan perekat tepung tapioka 5% memiliki nilai kandungan zat terbang terendah yaitu 14,95%. Konsentrasi zat terbang maksimum, dengan nilai 15,63%, ditemukan pada suhu 300°C dan memiliki komposisi 85% arang kulit durian dan 15% perekat tepung tapioka. Kandungan bahan yang mudah menguap dari briket menurun dengan meningkatnya suhu karbonisasi karena lebih banyak bahan yang mudah menguap akan hadir pada suhu yang lebih tinggi, sehingga kandungan bahan yang mudah menguap berkurang.

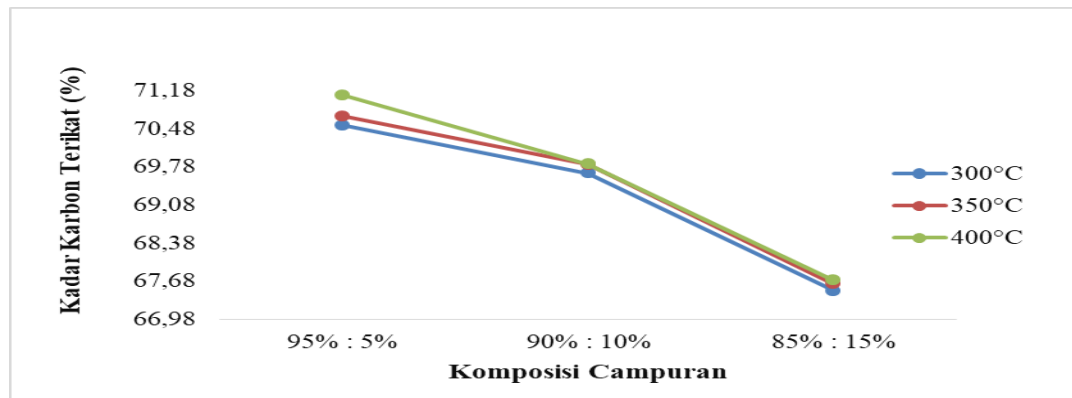
Kandungan air berdampak pada tingginya jumlah zat terbang yang ditemukan dalam briket dari penyelidikan ini. Jumlah bahan volatil yang tinggi akan dihasilkan dari kandungan air yang tinggi. Konsentrasi volatile matter briket yang tinggi akan menghasilkan asap yang lebih besar saat dinyalakan. Selain itu, ditemukan bahwa unsur kimia arang, seperti adanya pengotor dari bahan sumber arang, memiliki dampak yang signifikan terhadap tingginya jumlah zat terbang

(Usman, 2007). Bahan mentah yang tidak dikeringkan secara merata memiliki efek tambahan.

Menurut Hendra dan Pari (2000), jenis bahan baku memiliki pengaruh yang besar terhadap zat terbang briket arang. Hal ini karena jenis bahan baku yang berbeda menghasilkan briket arang dengan jumlah zat terbang yang tinggi atau rendah. Ketika briket arang dinyalakan, semakin besar bahan mudah menguap, semakin cepat bahan bakar terbakar dan semakin banyak asap yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh reaksi antara turunan alkohol dalam arang dan karbon monoksida (CO).

4. Karbon Terikat (Fixed Carbon)

Kelembaban, zat terbang, dan kadar abu semuanya berdampak pada nilai karbon tetap (*Fixed Carbon*). Proporsi karbon dalam bahan bakar yang terikat untuk pembakaran ditentukan dengan mengurangi semua kadar zat terbang (Sunardi et al., 2019). Menurut Iskandar dan Rofiatun (2017), komponen utama Karbon Tetap meliputi karbon dan zat lain yang terdiri dari hidrogen, oksigen, belerang, dan nitrogen tetapi bukan gas.



Gambar 4.4 Grafik Karbon Terikat

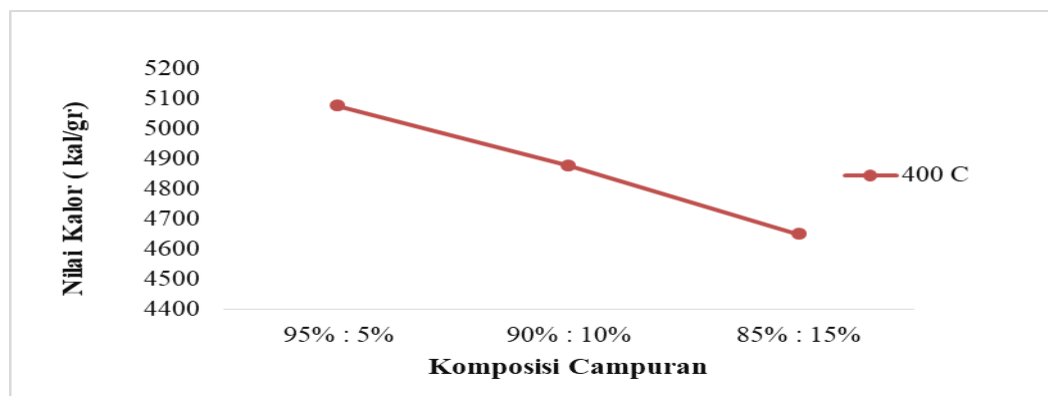
Berdasarkan gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai kadar karbon terikat pada suhu 300°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (70,99, 69,77%, 67,72%), nilai kadar abu pada suhu 350°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (70,98%, 70,08%, 67,89%), nilai kadar air pada suhu 400°C komposisi (95%:5%, 90%:10%, 85%:15%) yaitu sebesar (71,11%, 69,81%, 68,17%). Dilihat dari kadar karbon terikat yang dihasilkan

sesuai dengan standar briket menurut SNI 01- 6235 2000 dengan standar kadar zat terbang maksimal 77%.

Berdasarkan grafik 4.5 terlihat bahwa pada suhu 300°C campuran arang tempurung durian 85% dan perekat tepung tapioka 15% memiliki nilai kadar karbon terikat paling rendah yaitu 67,72%. Konsentrasi karbon terikat terbesar dengan nilai 71,11% ditemukan pada suhu 400°C dan memiliki komposisi 95% arang kulit durian dan 5% perekat tepung tapioka. Hal ini disebabkan karena kandungan abu dan bahan volatil berdampak pada kandungan karbon. Usman (2007) menegaskan bahwa kandungan karbon menurun dengan meningkatnya kadar zat terbang dan sebaliknya. Konsentrasi karbon juga akan berkurang jika kadar abu tinggi. Jelas bahwa komponen perekat berdampak pada produk akhir, karbon tetap. Nilai *Fixed Carbon* akan berkurang seiring dengan bertambahnya jumlah perekat yang digunakan. Menurut Shobar dkk. (2020), briket arang dengan kadar komponen tambahan yang tinggi akan memiliki kandungan abu dan zat terbang yang lebih tinggi, yang akan menurunkan jumlah karbon terikat dalam briket.

5. Nilai Kalor

Kuantitas energi panas yang dilepaskan atau diciptakan oleh bahan bakar selama proses pembakaran bahan bakar dikenal sebagai nilai kalornya. Faktor utama yang mempengaruhi seberapa baik biobriket berubah adalah nilai kalor. Kualitas briket semakin besar semakin tinggi nilai kalornya.



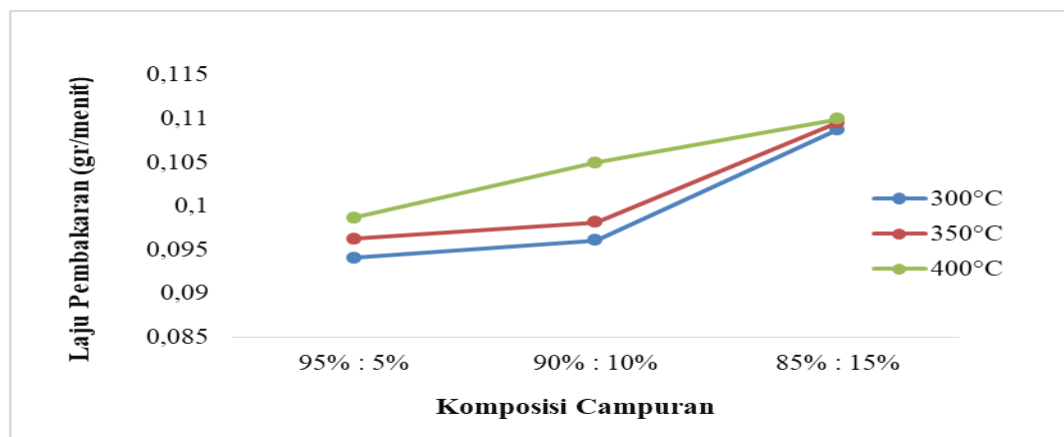
Gambar 4.5 Grafik Nilai Kalor

Berdasarkan grafik 4.5, perekat yang terbuat dari 85% arang tempurung durian dan 15% perekat tepung tapioka pada suhu 400°C memiliki nilai kalor paling rendah yaitu 4686,90 kal/gr. Nilai kalor terbesar dengan nilai kalor 5076,48 kal/gr ditemukan pada suhu 400°C dan memiliki komposisi 95% arang kulit durian dan 5% perekat tepung tapioka. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kalor yang dihasilkan semakin baik pada suhu yang semakin tinggi. Nilai kalor bahan bakar adalah parameter yang harus ditentukan untuk memastikan jumlah panas pembakaran yang mampu dihasilkan oleh bahan bakar. Nilai kalor bahan bakar menentukan kualitasnya; semakin besar nilainya, semakin baik. Menunjukkan bahwa nilai kalor briket akan naik dengan meningkatnya suhu tungku. Hal ini disebabkan semakin banyak air yang terkandung dalam briket akan menguap pada suhu yang lebih tinggi (Amrullah, 2015).

Selain itu, nilai kalor dipengaruhi oleh seberapa banyak lem yang digunakan dalam proses pembuatan briket; semakin banyak perekat yang digunakan, semakin rendah nilai kalornya. Nilai kalor yang rendah juga disebabkan oleh kadar air dan kadar abu yang tinggi, sedangkan nilai kalor yang tinggi disebabkan oleh kadar air dan kadar abu yang rendah (Nuhayati, 1984). Nilai kalor yang dihasilkan juga akan lebih besar jika kandungan karbon yang terikat pada briket arang jauh lebih tinggi daripada kandungan zat terbang.

6. Laju Pembakaran

Laju pembakaran adalah kecepatan habisnya briket.



Gambar 4.6 Grafik Laju Pembakaran

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa varian komposisi briket yang terdiri dari 95% arang dan 5% tepung tapioka memiliki laju pembakaran briket paling rendah yaitu sebesar 0,0941 gr/menit pada suhu 300°C. Sedangkan campuran arang 85% dan tepung tapioka 15% diketahui memiliki laju pembakaran briket paling besar yaitu sebesar 0,110 gr/menit pada suhu 400°C. Laju pembakaran berkorelasi terbalik dengan suhu karbonisasi. Ini karena kandungan karbon bahan melebihi konsentrasi bahan volatilnya. Komposisi bahan, jumlah karbon yang terikat, dan tingkat kekerasan semuanya berdampak pada seberapa cepat suatu bahan terbakar (Jamillatun, 2008).

Selain itu, kadar air briket meningkat dengan jumlah komponen perekat. Akibatnya, selama proses pembakaran, lebih banyak air yang menguap. Akibatnya, briket kehilangan massa dalam jumlah yang signifikan dengan cepat, yang meningkatkan nilai laju pembakarannya dan membuatnya terbakar lebih cepat (Ramdani et al., 2020).

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berikut dapat dibuat berdasarkan temuan diskusi. Penelitian ini menunjukkan bahwa briket bioarang terbaik terbuat dari 95% arang tempurung durian dan 5% perekat tepung tapioka pada suhu karbonisasi 400°C, dengan kadar air 6,15%, abu 7,80%, zat terbang 14,95%, dan karbon 71,11%. Dengan nilai kalor 5076,48 kal/gr dan komposisi arang tempurung durian 95% dan perekat tepung tapioka 5%, bahan dengan nilai kalor tertinggi ditemukan pada suhu 400°C. Varian arang 85% dan tepung tapioka 15% yang menghasilkan laju pembakaran briket maksimum ditetapkan memiliki nilai 0,110 g/menit pada suhu karbonisasi 400°C. Berdasarkan hasil penelitian briket bioarang, setiap pengujian memenuhi SNI 01-6235-2000.

Untuk mengurangi pengaruh faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban yang tidak dapat dijamin konstan pada saat penelitian karena menggunakan sinar matahari untuk menjemur, disarankan dilakukan penelitian tambahan pada tahap persiapan, pembuatan, dan pengujian biobriket secara

bersamaan dan dalam kondisi yang sama. Hitung nilai tekanan menggunakan alat uji tekanan jika Anda dapat memeriksa kerapatan dan tekanan.

5. Daftar Pustaka

1. Amrullah A, Ristianingsih Y, Mursadin A, Abdi C, (2015). *Studi Eksperimental Bio Oil Berbahan Baku Limbah Sisa Makanan dengan Variasi Temperatur Pirolisis*. Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Jl.A.Yani KM.36 Banjarbaru Kalimantan Selatan. (<https://doi.org/10.14692/jfi.13.2.51>)
2. Ariyanto, E., Karim, M. A., & Firmansyah, A. (2014). Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan. *Reaktor*, 15(1), 59. (<https://doi.org/10.14710/reaktor.15.1.59-63>)
3. Hendra D dan Pari G. (2000). *Penyempurnaan Teknologi Pengolahan Arang*. Laporan Hasil Penelitian Hasil Hutan. Balai Penelitian dan Pengembangan kehutanan, Bogor. (<https://doi.org/10.20886/jphh.2007.25.3.242-255>)
4. Iskandar, T., & Rofiatin, U. (2017). Karakteristik biochar berdasarkan jenis biomassa dan parameter proses pyrolisis. *Jurnal Teknik Kimia*, 12(1), 28- 35. (<https://doi.org/10.33005/tekkim.v12i1.843>)
5. Jamilatun, Siti. (2008). Sifat - Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa Briket batu Bara dan Arang Kayu. *Jurnal rekayasa proses*, 2(2), 37-40 (<https://doi.org/10.22146/jrekpros.554>)
6. Miskah, Siti., L. Suhirman, H.R. Ramadhona. (2014). Pembuatan Biobriket dari Campuran Arang Kulit Kacang Tanah dan Arang Ampas Tebu dengan Aditif KMnO₄. *Jurnal Teknik Kimia*, 20 (3), 58-61. (<https://www.e-jurnal.com/2015/03/pembuatan-biobriket-dari-campuran-arang.html>)
7. Maryono, Sudding, & Rahmawati. (2013). Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Jurnal Chemical*, 14(1), 74-83. (<https://doi.org/10.35580/chemica.v14i1.795>)
8. Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2015). Pemanfaatan Kulit Durian sebagai Adsorben Biodegradable Limbah Domestik Cair. *Faktor Exacta*, 8(1), 75-78. (https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor_Exacta/article/view/304/290)
9. Nurhayati, T. (1984). *Catatan Singkat Tentang Kualitas Arang Kayu Sehubungan dengan Kegunaannya*. Majalah Kehutanan Indonesia. Vol.1 Jakarta. (<https://doi.org/10.20886/jphh.2003.21.3.211-226>)

10. Nuriana, W., Anisa. N, Martana. (2013). Karakteristik Biobriket Kulit Durian Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Teknologi Ilmu Pertanian*, 23(1), **70-76**. (<http://journal.ipb.ac.id>)
11. Ramdani, L. M. A., Ahzan, S., & Prasetya, D. S. B. (2020). The Effect of the Type and Composition of the Adhesive on the Physical Properties and the Rate of Combustion Hyacinth Biobriquettes. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 8(2), **85**. (<https://doi.org/10.33394/j-lkf.v8i2.2786>)
12. Ristianingsih, Y., Ulfa, A., & Syafitri, R. (2015). Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan. *Jurnal Konversi*, 4(2), **16-21**. (<https://doi.org/10.20527/k.v4i2.266>)
13. Shobar, S., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Characteristics of charcoal briquette from the skin waste of areca catechu fruit with various compositions of adhesive types. *Jurnal Sylva Lestari*, 8(2), **189-196**. (<https://doi.org/10.23960/jsl28189-196>)
14. Sunardi, S., Djuanda, D., & Mandra, M. A. S. (2019). Characteristics of charcoal briquettes from agricultural waste with compaction pressure and particle size variation as alternative fuel. *International Energy Journal*, 19(3), **139-148**. (<http://eprints.unm.ac.id/id/eprint/17504>)
15. Usman, M. Natsir. (2007). Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat. *PERENNIAL*, 3(2), **55-58**. (<https://doi.org/10.24259/perennial.v3i2.172>)