



PEMBUATAN BIOBRIKET DARI CAMPURAN LIMBAH PADAT KELAPA MUDA (*COCOS NUCIFERA L*) DAN *BOTTOM ASH* (ABU BOILER PABRIK KELAPA SAWIT) MENGGUNAKAN PEREKAT GETAH KARET

Handoyo Harahap, Ishak Ibrahim*, Zainuddin Ginting, Eddy Kurniawan, Muhammad

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
*e-mail: ishak@unimal.ac.id

Abstrak

Biobriket merupakan sumber energi yang berasal dari biomassa yang bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti. Abu boiler merupakan hasil pembakaran di alat boiler pada pabrik PKS, sedangkan Limbah dari Kelapa Muda terdiri dari sabut dan tempurung yang berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biobriket. Penelitian ini sebelumnya sudah pernah dilakukan menggunakan dengan campuran bottom ash batu bara dari limbah PLTU proses karbonisasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik biobriket yaitu dengan cara menganalisa Proximate, Nilai Kalor dan Laju pembakaran.. Pembuatan biobriket dilakukan dengan proses karbonisasi dengan ukuran Mesh 80, dan komposisi campuran limbah padat kelapa muda dan limbah bottom ash 100:0, 70:30, 50:50, 30:70, 0:100, menggunakan perekat getah karet dengan kadar perekat 2, 3 dan 4 gram. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil optimum yaitu pada biobriket dengan komposisi bahan baku (70:30) dengan kadar perekat 2 gr dimana kadar air sebesar 1,024%, kadar abu sebesar 1,10%, zat terbang sebesar 10,83 %, karbon terikat 88,54%, nilai laju pembakaran sebesar 0,196 gr/menit dan analisa kalor yang didapat yaitu 7255,73 kal/gr. Maka biobriket yang dihasilkan memenuhi standar SNI, dimana untuk analisa air dan abu < 8%, Volatile Matter < 15%, Fixed Carbon >77% dan analisa kalor yaitu minimal 5000 cal/g (SNI 1/6235/2000).

Kata Kunci: *Biobriket, Limbah Kelapa Muda, Limbah Bottom ash, Nilai Kalor, Proximate*

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i2.14168>

1. Pendahuluan

Pemerintah Indonesia telah membuat rencana untuk mencari dan memanfaatkan sumber energi baru dan terbarukan dengan mengikuti regulasi pemerintah dan hukum yang berlaku (Nurhilal, et al., 2018). Salah satu fokusnya

adalah pemanfaatan energi biomassa sebagai alternatif pengganti minyak bumi (Mandasini et al., 2018). Bahan bakar fosil, sumber energi utama dunia, tidak dapat diperbaharui dan cadangannya terbatas. Bahan bakar fosil melepaskan sejumlah besar gas rumah kaca ke atmosfer (Deshannavar et al., 2018). Bahan bakar alternatif dapat menangani limbah serta meningkatkan pemanfaatan mereka sebagai pengganti minyak tanah (Wahyuni et al., 2022). contohnya adalah mengubah limbah kelapa muda menjadi biobriket arang. Namun, diperlukan peningkatan dalam optimalisasi agar efektivitas dan efisiensi dari bahan baku alternatif tersebut dapat ditingkatkan (Basuki et al., 2020).

Biobriket adalah proses pemadatan untuk meningkatkan nilai kalor dan sifat fisikokimia biomassa mentah dan mengurangi biaya transportasi, penanganan dan penyimpanan (Oladosu et al., 2023). Nilai kandungan batubara, ukuran partikel, laju pemanasan dan tekanan biobriket, yang diperlukan untuk memperoleh hasil optimal biobriket (Khudyakov et al., 2022). Pra-pemrosesan biomassa meliputi pembersihan, pengeringan, pengecilan ukuran, penambahan bahan pengikat, dan pemadatan biomassa (Senila et al., 2022).

Abu boiler adalah limbah padat pabrik kelapa sawit hasil dari sisa pembakaran cangkang dan serat di dalam mesin boiler. Unsur hara yang terkandung dalam abu boiler adalah N 0,74%, P₂O₅ 0,84 %, K₂O 2,07 %, Mg 0,62% (Nordin et al., 2020). Limbah kelapa muda terdiri dari 74,3% C, 21,9% O, 0,2% Si, 1,4% K, 0,5% S, 1,7% P sehingga mempunyai peluang sebagai bahan bakar dan sumber karbon aktif. Pohon kelapa merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai sifat zero waste atau bebas limbah. Hal ini menandakan bahwa seluruh bagian pohon kelapa dapat dimanfaatkan (Paramita Gobel & Van Gobel, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut bermaksud melakukan penelitian mengenai " Pembuatan Biobriket Dari Campuran Limbah Padat Kelapa Muda (*Cocos Nucifera* L) Dan *Bottom ash* (Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit) Menggunakan Perekat Getah Karet " dengan mengetahui karakteristik dari limbah padat kelapa muda dapat menambah nilai ekonomis dan mempunyai nilai tambah yang nyata dari limbah tempurung kelapa muda dan limbah dari pabrik kelapa sawit.

2. Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu untuk bahan antara lain adalah limbah padat kelapa muda, limbah *bottom ash* dan getah karet. Untuk alat yang digunakan adalah oven, alat pengarangan, ayakan 80 *mesh*, gelas arloji, gelas beker, pengaduk, baskom, *stopwatch*, *neraca analitik*, cetakan biobriket, alat penumbuk, erlenmeyer, *drum kiln*.

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu persiapan alat dan bahan, dimana tahap pertama yaitu pembuatan arang limbah padat kelapa muda menggunakan serangkaian alat pengarangan drum kiln kemudian dilakukan pengalusan terhadap arang limbah padat kelapa muda, lalu arang dan limbah *bottom ash* diayak menggunakan ayakan masing-masing mesh 80.

Tahap kedua dilakukan pencampuran bahan baku sebanyak 100 gram antara arang dengan limbah *bottom ash* sesuai yang divariasikan yaitu 100:0, 70:30, 50:50, 30:70, 0:100. lalu kemudian ditambah dengan perekat getah karet sesuai variasi yaitu 2, 3 dan 4 gram.

Tahap ketiga yaitu pencetakan biobriket secara manual dengan ukuran Panjang 7 cm, diameter 4 cm, kemudian dilakukan pengeringan biobriket menggunakan oven dengan suhu 105 °C. lalu dilakukan analisa biobriket dengan menguji proximate, laju pembakaran dan nilai kalor.

2.1 Analisa Kadar Air (*Inherent Moisture*)

Untuk mengukur tingkat kelembaban pada sampel biobriket, langkah pertama adalah menimbang biobriketnya, lalu memasukkannya ke dalam oven pada suhu 200°C selama sekitar 2 jam. Setelah proses oven selesai, biobriket dikeluarkan dan didiamkan selama 1 jam sebelum ditimbang kembali. (Harahap & Jumiaty, 2022). Pengujian dan perhitungan kadar air ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Dengan menggunakan persamaan 1.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{b} \times 100 \% \quad (1)$$

Dimana, a adalah massa sampel mula-mula dan b massa sampel hasil penyusutan.

2.2 Analisa Kadar Abu (*Ash*)

Untuk mengukur kadar abu pada sampel, biobriket ditimbang lalu dilakukan proses pemanasan sampel dengan cara memasukkan sampel biobriket ke dalam tanur pada suhu 650 °C selama 2 jam, setelah proses penanuran selesai, biobriket dikeluarkan dan didiamkan ± 2 jam, kemudian ditimbang. Proses selanjutnya yaitu melakukan perhitungan terhadap kadar abu. Dengan menggunakan persamaan 2.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100 \% \quad (2)$$

Dimana, a adalah massa sampel mula-mula sebelum pemanasan, dan b adalah massa sampel terakhir sesudah pemanasan.

2.3 Analisa Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Penentuan kadar zat terbang biobriket dilakukan dengan cara memanaskan sampel didalam furnace pada suhu 950 °C kepap udara pada waktu yang ditentukan yaitu selama ± 7 menit. Untuk mengukur kadar zat terbang, sampel ditimbang lalu dipanaskan ke dalam furnace dengan suhu 950 °C selama ± 7 menit. Sesudah proses furnace selesai, sampel biobriket dikeluarkan dan didiamkan selama 45 jam, kemudian sampel di timbang lagi. Dengan persamaan 3.

$$\text{Kadar Zat Terbang (\%)} = \frac{b - c}{a} \times 100 \% \quad (3)$$

Dengan demikian a adalah massa mula-mula briket, b adalah massa briket sesudah suhu 107 °C, dan c adalah massa briket sesudah suhu 950 °C.

2.4 Analisa Kadar Karbon (*Fixed Karbon*)

Fixed Karbon adalah senyawa karbon pada biobriket, diluar dari zat terbang dan abu. Kadar karbon merupakan pemastian baik buruknya mutu arang. Kadar karbon dalam sampel didapatkan dari 100% dikurangi jumlah % kadar zat terbang, % kadar abu, dan % kadar air. Dengan bentuk persamaan 4.

$$\text{Kadar Karbon (\%)} = 100\% - (\% \text{kadar zat terbang} + \% \text{kadar abu} + \% \text{kadar air}) \quad (5)$$

2.5 Analisa Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang

massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan stopwatch dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital. Dengan bentuk persamaan 5.

$$\text{Laju pembakaran biobriket} = \frac{\text{Berat Briket (gr)}}{\text{Waktu sampai briket habis terbakar (menit)}} \quad (5)$$

2.6 Analisa Nilai Kalor

Untuk menentukan nilai kalor pada sampel briket yaitu berdasarkan ASTM D240 dengan menggunakan alat Automatic bomb calorimeter, merk IKA-C 2000. Automatic bomb calorimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur bahan bakar atau daya kalori dari suatu material.

3. Hasil dan Diskusi

Pada penelitian pembuatan biobriket dari campuran limbah padat kelapa muda (*cocos nucifera l*) dengan *bottom ash* (abu boiler pabrik kelapa sawit) menggunakan perekat getah karet, Adapun hasil yang didapat bisa dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Penelitian *Proximate*.

Run	Analisa <i>Proximate</i>					
	Perekat Getah Karet (gr)	Komposisi Bahan Baku	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	<i>Volatile Matter</i> (%)	<i>Fixed Carbon</i> (%)
1	2	100:0	1,013	1,61	10,68	85,76
2		70:30	1,013	1,60	9,35	87,44
3		50:50	1,015	2,30	11,00	85,73
4		30:70	1,016	2,60	11,86	83,04
5		0:100	1,017	2,95	12,16	82,14
6	3	100:0	1,015	2,07	10,66	86,96
7		70:30	1,014	2,18	10,24	87,69
8		50:50	1,016	3,00	11,52	85,48
9		30:70	1,017	3,47	12,84	83,69
10		0:100	1,016	3,60	12,96	82,49
11	4	100:0	1,015	2,65	11,43	87,30
12		70:30	1,015	2,71	10,83	88,54
13		50:50	1,017	3,50	11,91	86,57
14		30:70	1,018	3,90	12,21	85,68
15		0:100	1,017	3,79	13,56	83,02

Tabel 3.2 Hasil Analisa Laju Pembakaran

Run	Perekat Getah Karet (gr)	Komposisi Bahan Baku	Analisa Laju Pembakaran (gr/menit)
1	2	100:0	0,169
2		70:30	0,173
3		50:50	0,167
4		30:70	0,164
5		0:100	0,160
6	3	100:0	0,182
7		70:30	0,196
8		50:50	0,180
9		30:70	0,177
10		0:100	0,170
11	4	100:0	0,195
12		70:30	0,213
13		50:50	0,191
14		30:70	0,185
15		0:100	0,180

Tabel 3.3 Hasil Analisa Nilai Kalor

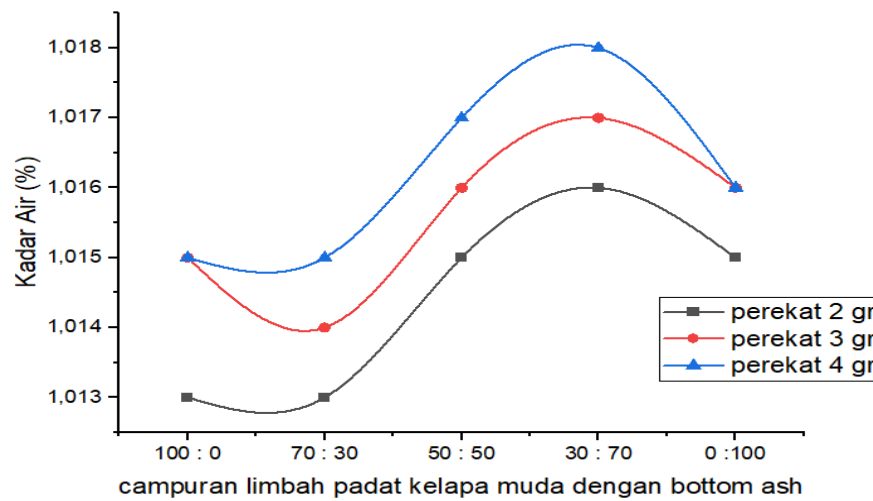
Komposisi Biobriket	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalor (cal/g)
100:0 (2 gr)	1,015	1,61	6951,95
70:30 (2 gr)	1,015	1,60	7255,73
50:50 (2 gr)	1,017	2,30	6076,26
30:70 (2 gr)	1,018	2,60	5290,15
0:100 (2 gr)	1,017	2,95	4101,81

3.1 Analisa Proximate

Analisa *proximate* merupakan analisis biobriket yang dilakukan untuk mengetahui nilai nilai kualitas biobriket seperti, kandungan air (*Inherent Moisture*) yang terdapat pada biobriket dan juga mengkuantifikasi kandungan abu (*Ash*), Zat terbang (*Volatile Matter*) serta karbon terikat (*fixed carbon*) pada biobriket.

a. Kadar Air (*Inherent Moisture*)

Moisture atau kadar air adalah kandungan air yang terdapat pada biobriket. Kadar air dapat ditentukan dengan cara menimbang cawan porselin kosong kemudian sampel biobriket dimasukkan ke cawan. Sampel dimasukkan ke dalam oven yang telah diatur suhunya sebesar 105°C selama 2 jam. Cawan dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang bobotnya.



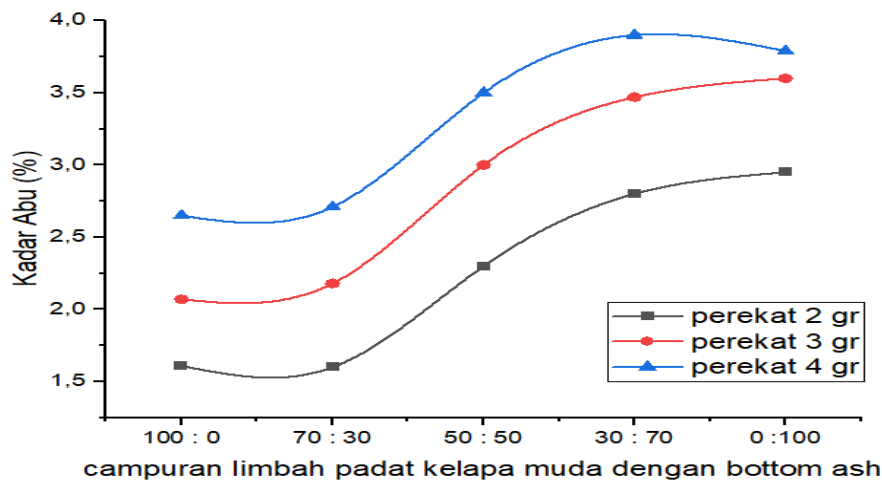
Gambar 1. Analisa Kadar Air

Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa semakin rendah kadar air maka nilai kalor dan laju pembakaran akan semakin tinggi dan sebaliknya semakin tinggi kadar air maka nilai kalor dan laju pembakaran akan semakin rendah. Biasanya, kelembaban yang tinggi akan mengurangi nilai kalor dan laju pembakaran karena panas yang dihasilkan akan terpakai untuk menguapkan air yang ada dalam biobriket sebelum proses pembakaran sebenarnya terjadi (Kusmartono et al., 2021). Berdasarkan hasil penelitian nilai kadar air terendah pada kadar persen perekat 2 gr pada campuran 70 gr Limbah padat kelapa muda dan 30 gr Limbah *bottom ash* yaitu sebesar 1,013%, Hasil penelitian menunjukkan bahwa biobriket dari campuran limbah padat kelapa muda dan *bottom ash* dengan perekat getah karet memenuhi standar (SNI 1/6235/2000). yaitu maksimal kadar air 8%.

b. Kadar Abu (Ash)

Penentuan kadar abu dimaksudkan untuk mengetahui bagian yang tidak terbakar yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi setelah biobriket dibakar. Kadar abu sebanding dengan kandungan bahan anorganik yang terdapat di dalam biobriket. Sisa dari proses pembakaran adalah abu, yang terdiri terutama dari mineral silika. Kehadiran silika ini kurang menguntungkan untuk nilai kalor yang

dihasilkan, sehingga semakin banyak abu yang dihasilkan, semakin rendah kualitas biobriketnya (Kusmartono et al., 2021).



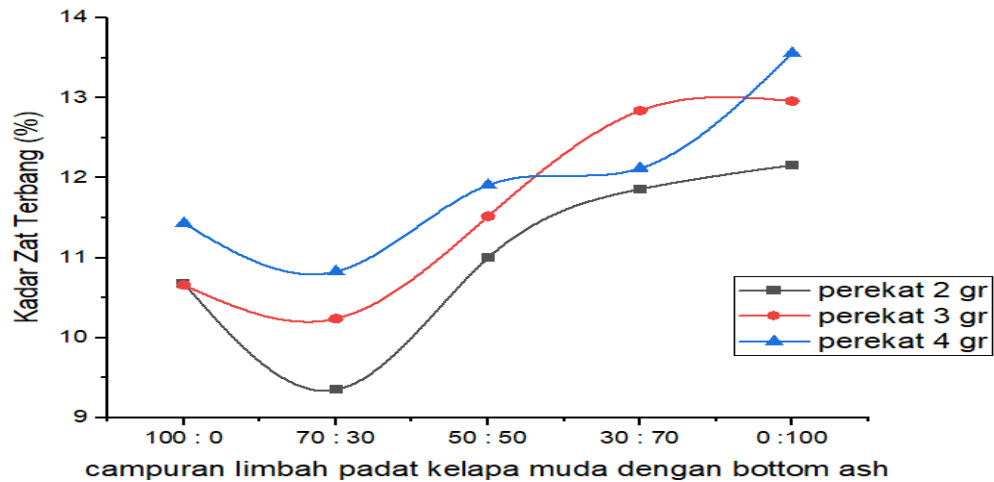
Gambar 2. Analisa Kadar Abu

Dari hasil penelitian yang didapat menunjukkan bahwa semakin rendah kadar perekat maka kadar abu yang diperoleh semakin rendah, hal ini sesuai dengan teori dimana semakin rendah konsentrasi perekat, maka nilai kadar abu yang terkandung pada biobriket akan semakin menurun, dari gambar di atas juga menunjukkan semakin rendah kadar perekat maka kadar abu yang di peroleh semakin rendah, hal ini berkaitan dengan komposisi bahan baku penyusun yang terdapat pada *bottom ash* dan limbah padat kelapa muda dimana komponen penyusun utama abu adalah silika yang terdapat banyak pada *bottom ash*. Pada hasil analisa dan pengujian biobriket campuran *bottom ash* dengan limbah padat kelapa muda yang telah dilakukan, kadar abu yang terendah di peroleh pada campuran 70 gr Limbah padat kelapa muda : 30 gr Limbah *bottom ash* muda dengan kadar perekat 2 gr yaitu dengan nilai 1,60 %.

c. Analisa Zat Terbang (Volatile Matter)

Kadar zat terbang adalah zat (*Volatile Matter*) yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat didalam arang seperti air. Kandungan kadar zat menguap yang tinggi di dalam biobriket arang akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat biobriket dinyalakan. Kandungan

asap yang lebih tinggi disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan Alkohol.



Gambar 3. Analisa Kadar Zat Terbang

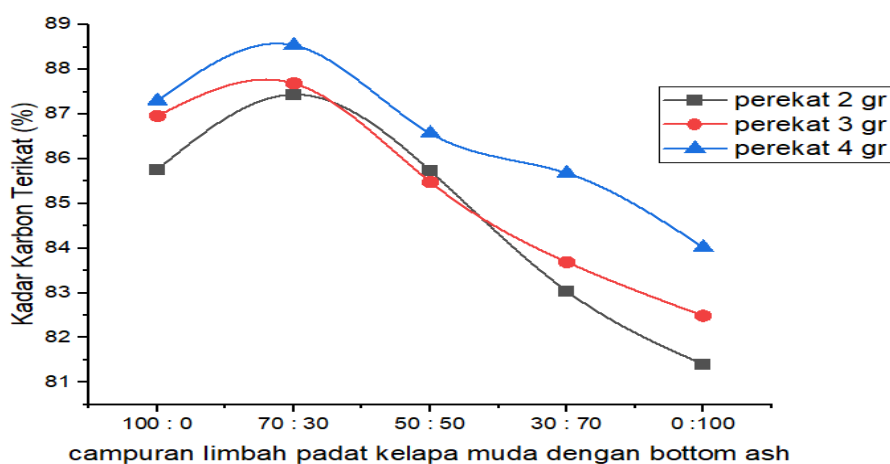
Pada hasil analisa dan pengujian biobriket campuran Limbah padat kelapa muda dengan limbah *bottom ash* muda yang telah dilakukan, kadar zat terbang yang terendah diperoleh pada campuran 70 gr limbah padat kelapa muda : 30 gr *bottom ash* dengan persen perekat sebanyak 2 gr yaitu dengan nilai 9,35 % Hasil penelitian menunjukkan bahwa biobriket memenuhi standart SNI 01-6235-2000 yaitu maksimal kadar zat terbang 15%.

Kandungan tinggi *volatile matter* pada biobriket seringkali terkait dengan kelembaban tinggi pada bahan baku. Selain itu, ketidakhomogenan dalam pengeringan bahan mentah juga memengaruhi jumlah *volatile matter* yang ada pada biobriket. Tingginya kadar *volatile matter* dapat menghasilkan lebih banyak asap ketika biobriket arang dinyalakan. Komposisi bahan baku memainkan peran penting dalam menentukan tingkat *volatile matter* pada biobriket, yang juga dipengaruhi oleh efisiensi proses karbonisasi. Biobriket dengan kadar *volatile matter* rendah cenderung memiliki kualitas yang lebih baik daripada yang memiliki kadar *volatile matter* tinggi (Dewi et al., 2020).

d. Analisa Kadar Karbon (Fixed Carbon)

Karbon terikat yaitu fraksi karbon (C) yang terikat didalam arang selain fraksi air, zat menguap dan abu. Keberadaan karbon terikat didalam biobriket

arang dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan zat menguap. Kadar karbon terikat akan bernilai tinggi apabila nilai kadar abu dan kadar zat menguap biobriket arang tersebut rendah. Biobriket arang yang baik diharapkan memiliki kadar karbon terikat yang tinggi.



Gambar 4. Analisa Kadar Karbon

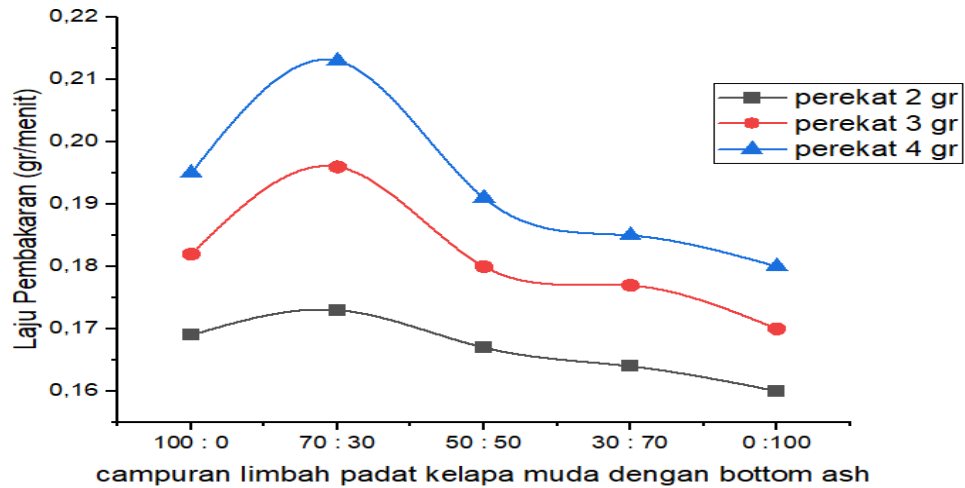
Dengan demikian di dapat pada penelitian yaitu kadar karbon terikat tertinggi pada kadar perekat 4 gr dengan komposisi (70:30) yaitu 88,54%. Semakin tinggi kadar karbon terikat maka akan semakin baik fungsi bahan tersebut sebagai bahan bakar karena akan menghasilkan energi yang lebih besar dan nyala biobriket semakin lama. Nilai karbon terikat akan meningkat seiring dengan meningkatnya nilai tersebut sementara kadar air, abu, dan zat terbang cenderung menurun (Basuki et al., 2020).

3.2 Analisa Laju Pembakaran

Laju pembakaran merupakan proses pengujian bahan bakar padat seperti kayu, biobriket dan pelet untuk mengetahui lama nyala bahan bakar padat, kemudian mengamati penurunan massa terhadap waktu. Adapun pengujian laju pembakaran dengan melalui proses pengujian dengan cara membakar biobriket untuk mengetahui lama menyala bahan bakar, kemudian menimbang massa biobriket yang terbakar.

Adapun salah satu faktor yang mempengaruhi laju pembakaran suatu biobriket adalah kadar karbon terikat yang terkandung pada biobriket tersebut,

dimana jika semakin tinggi kadar karbon terikat maka pembakaran biobriket akan semakin baik.

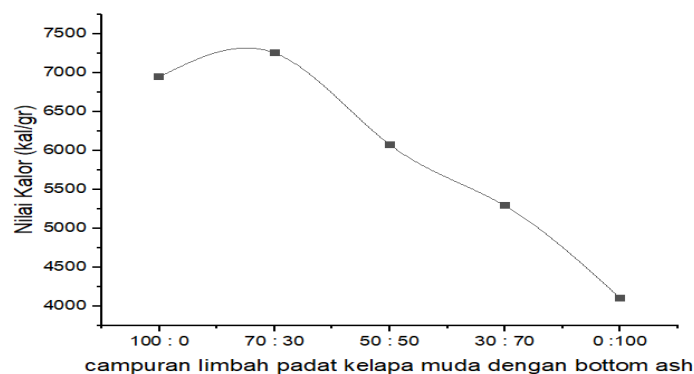


Gambar 5. Analisa Laju Pembakaran

Berdasarkan hasil analisa laju pembakaran pada biobriket campuran limbah padat kelapa muda dengan limbah *bottom ash* berkisar antara 0,16 – 0,26 gr/menit. Dari grafik menunjukkan semakin tinggi komposisi limbah padat kelapa muda maka semakin tinggi pula nilai dari laju pembakaran. Ini disebabkan oleh berkurangnya ruang udara dalam biobriket yang lebih padat, yang pada gilirannya memperlambat kecepatan proses pembakaran (Sushanti et al., 2021).

4.3 Analisa Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah suatu panas yang dihasilkan persatu berat dari proses pembakaran cukup dari satu bahan yang mudah cukup terbakar. Parameter utama dalam menentukan kualitas bahan bakar biobriket adalah nilai kalor.



Gambar 6. Analisa Nilai Kalor

Pada hasil pengujian nilai kalor pada biobriket diatas yang terbuat dari campuran arang limbah padat kelapa muda dengan *Bottom ash* memiliki nilai kalor yang memenuhi standar mutu kualitas biobriket arang mutu (SNI 1/6235/2000). Dimana biobriket dengan komposisi (70:30) kadar perekat 2 gr memiliki nilai kalor tertinggi yaitu 7255,73 kal/gr. Kadar perekat yang tinggi dapat mengakibatkan peningkatan kadar air, abu, dan zat terbang, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan nilai kalor (Yanti et al., 2022). Dengan kadar air sebesar 1,024%, kadar abu sebesar 1,10%. Biobriket yang dihasilkan sudah memenuhi standar SNI, dimana standar mutu SNI untuk nilai kalor yaitu minimal sebesar 5.000 cal/gr dan kadar air serta kadar abu maksimal 8% (SNI 1/6235/2000).

4. Simpulan dan Saran

Penelitian pembuatan biobriket dari campuran limbah padat kelapa muda (*cocos nucifera l*) dan *bottom ash* (abu boiler pabrik kelapa sawit) menggunakan perekat getahkaret yang telah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

Hasil penelitian biobriket didapat hasil optimum yaitu pada komposisi campuran 70:30 kadar perekat 2 gram, dimana kadar air sebesar 1,013%, kadar abu 1,60%, zat terbang 9,35%, kadar kabon 88,54%, laju pembakaran 0,213 gr/menit dan nilai kalor didapat sebesar 7255,73 cal/gr. Dimana hasil penelitian memenuhi standar SNI 01-6235-2000.

Untuk penelitian pembuatan biobriket selanjutnya apabila menggunakan Limbah dari Pabrik Kelapa sawit diharapkan agar memanfaatkan limbah selain abu boiler seperti *Fiber*, cangkang sawit dan tandan kosong. Dikarenakan menggunakan abu boiler (*bottom ash*) kurang efektif untuk membuat biobriket.

5. Daftar Pustaka

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 Scientiae*, 3(4), 626. <https://doi.org/10.20527/jss.v3i4.2346>

Deshannavar, U. B., Hegde, P. G., Dhalayat, Z., Patil, V., & Gavas, S. (2018).

- Production and characterization of agro-based briquettes and estimation of calorific value by regression analysis: An energy application. *Materials Science for Energy Technologies*, 1(2), 175–181. <https://doi.org/10.1016/j.mset.2018.07.003>
- Dewi, R. P., Saputra, T. J., & Purnomo, S. J. (2020). Uji Kandungan Fixed Carbon dan Volatile Matter Briket Arang dengan Variasi Ukuran Partikel Serbuk Arang. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur*, 3, A1.1-A1-6.
- Harahap, N. S., & Jumiati, E. (2022). Analisis Sifat Fisika dan Kimia terhadap Pembuatan Briket Arang Limbah Biji Salak dengan Variasi Perekat Tepung Tapioka dan Tepung Sagu. *Jurnal Fisika Unand*, 12(1), 115–123. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.1.115-123.2023>
- Khudyakov, A., Vashchenko, S., Baiul, K., Semenov, Y., & Krot, P. (2022). Optimization of briquetting technology of fine-grained metallurgical materials based on statistical models of compressibility. *Powder Technology*, 412(October), 118025. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2022.118025>
- Kusmartono, B., Situmorang, A., & Yuniwati, M. (2021). Pembuatan Briket Dari Tempurung Kelapa (Cocos Nucivera) Dan Tepung Terigu. *Jurnal Teknologi*, 14(2), 142–149. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v14i2.3770>
- Mandasini, Sungkono, & Syarif, T. (2018). Biobriquette Characteristics of Mixture of Coal-Biomass Solid Waste Agro. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 175(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/175/1/012031>
- Nordin, A., Strandberg, A., Elbashir, S., Åmand, L. E., Skoglund, N., & Pettersson, A. (2020). Co-combustion of municipal sewage sludge and biomass in a grate fired boiler for phosphorus recovery in bottom ash. *Energies*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/en13071708>
- Nurhilal, O., Suryaningsih, S., & Nusi, S. (2018). Preparation and characterization of leaf-based biobriquette with tapioca as adhesives. *Journal of Powder Technology and Advanced Functional Materials*, 1(1), 31–35. <https://doi.org/10.29253/jptafm.1.1.2018.5>
- Oladosu, K. O., Babalola, S. A., Kareem, M. W., Ajimotokan, H. A., Kolawole, M. Y., Issa, W. A., Olawore, A. S., & Ponle, E. A. (2023). Optimization of fuel briquette made from bi-composite biomass for domestic heating applications. *Scientific African*, 21(July), e01824. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01824>
- Paramita Gobel, A., & Van Gobel, C. (2021). SPEKTA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat: Teknologi dan Aplikasi COCONUT SHELL BIOBRIQUETTES TRAINING TO THE COMMUNITY OF KARANG KEMIRI, BELITANG, OGAN KOMERING ULU TIMUR REGENCY, SOUTH SUMATERA. *SPEKTA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat: Teknologi Dan Aplikasi*, 2(2), 117–128.

<https://doi.org/10.12928/J.spekta.v2i2.3223><http://journal2.uad.ac.id/index.php/spekta>

- Senila, L., Tenu, I., Carlescu, P., Scurtu, D. A., Kovacs, E., Senila, M., Cadar, O., Roman, M., Dumitras, D. E., & Roman, C. (2022). Characterization of Biobriquettes Produced from Vineyard Wastes as a Solid Biofuel Resource. *Agriculture (Switzerland)*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/agriculture12030341>
- Sushanti, G., Mita, M., & Makkulawu, A. R. (2021). Karakteristik biobriket berbasis kulit tanduk kopi dan cangkang mete Characterization of biobriquettes based on coffee parchment and cashew shell. *Agrokompleks*, 21(2), 17–24. <https://ppnp.e-journal.id/agrokompleks/article/view/288/228>
- Wahyuni, H., Aladin, A., Kalla, R., Nouman, M., Ardimas, A., & Chowdhury, M. S. (2022). Utilization of Industrial Flour Waste as Biobriquette Adhesive: Application on Pyrolysis Biobriquette Sawdust Red Teak Wood. *International Journal of Hydrological and Environmental for Sustainability*, 1(2), 54–69. <https://doi.org/10.58524/ijhes.v1i2.74>
- Yanti, R. N., Ratnaningsih, A. T., & Ikhsani, H. (2022). Pembuatan bio-briket dari produk pirolisis biochar cangkang kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(1), 11–18. <https://doi.org/10.31849/jip.v19i1.7815>