



# Kualitas Biobriket Cangkang Kemiri Melalui Proses Karbonisasi *Microwave* dengan Bahan Perekat Tepung Gembili (*Dioscorea esculenta L*) dan Tepung Mbote (*Colocasia esculenta*)

Rini Kartika Dewi\*, M. Istnaeny Hudha

Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Raya Karanglo KM.2 Tasikmadu, Kota Malang 65153, Indonesia

\*E-mail: [rini\\_kartika\\_dewi@lecturer.itn.ac.id](mailto:rini_kartika_dewi@lecturer.itn.ac.id)

## ABSTRAK

Biobriket merupakan bahan bakar padat berbasis biomassa yang perlu dikembangkan dan ditingkatkan, mengingat kebutuhan energi pada era sekarang terjadi peningkatan yang signifikan dan diperlukan bahan yang ramah lingkungan sebagai pengganti bahan baku yang tidak dapat diperbaharui. Cangkang kemiri merupakan salah satu bahan yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan bakar padat. Proses pembuatan biobriket pada penelitian ini menggunakan proses karbonisasi *microwave* pada daya 440 watt, dengan bahan perekat dari tepung gembili (*Dioscorea esculenta L.*) dan tepung mbote (*Colocasia esculenta*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas biobriket cangkang kemiri dengan variasi rasio bahan arang dan perekat sebesar 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 dan 60:40% (b/b). Dari penelitian ini, hasil terbaik adalah biobriket dengan perekat tepung gembili pada rasio 70:30% (b/b) dengan nilai kadar air sebesar 4,39%; kadar abu sebesar 4,01%; kadar zat menguap sebesar 9,12%; kadar karbon terikat sebesar 72,78% dan nilai kalor didapatkan sebesar 6875,259 kal/g. Berdasarkan hasil analisa, hampir semuanya masuk dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) kecuali karbon terikat yang seharusnya minimal 77%.

**Kata kunci** : Biobriket, cangkang kemiri, karbonisasi, *microwave*.

## ABSTRACT

Biobriquette is a biomass based solid fuel that needs to be developed and improved, considering the energy needs in the current era there is a significant increase and environmentally friendly materials are needed as a substitute for non-renewable raw materials. Candlenut shell is one of the materials that have the potential to be used as solid fuel. The process of making biobriquettes in this study uses a microwave carbonization process at a power of 440 watts, with adhesive materials from gembili flour (*Dioscorea esculenta L.*) and mbote flour (*Colocasia esculenta*). The purpose of this study was to determine the quality of candlenut shell biobriquettes with variations in the ratio of charcoal and adhesives of 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 and 60:40% (w/w). From this research, the best results were bio briquettes with gembili flour adhesive at a ratio of 70:30% (w/w) with a water content value of 4.39%; ash content of 4.01%, volatile matter content of 9.12%, fixed carbon content of 72.78% and the calorific value of 6875.259 cal/g. Based on the analysis results, almost of them are included in the Indonesian National Standard except for fixed carbon which should be at least 77%.

**Keywords**: Biobriquette, candlenut shell, carbonization, *microwave*.

## 1. PENDAHULUAN

Efek samping dari bahan baku fosil dan batu bara terhadap kelestarian lingkungan, mengakibatkan terjadinya pemanasan global atau *global warming*. Hal ini menjadikan sumber energi alternatif biomassa perlu

ditingkatkan dan kedepannya dapat digunakan sebagai bahan baku pengganti [1]. Energi biomassa merupakan energi yang ramah terhadap lingkungan dan mempunyai sifat dapat diperbaharui. Salah satu energi biomassa yang dapat



dikembangkan adalah limbah cangkang kemiri, dimana cangkang kemiri atau tempurung kemiri merupakan bahan lignoselulosa yang selama ini masih belum dioptimalkan penggunaannya dan lebih banyak dibiarkan begitu saja atau dibuang. Melihat dari komposisi yang terkandung didalamnya, limbah cangkang kemiri dapat diproses menjadi bahan bakar padat atau biobriket [2-4]. Biobriket merupakan bahan bakar padat dari biomassa yang dihasilkan dari proses pengarangan dan penambahan bahan perekat dalam jumlah tertentu, proses pemampatan dan pencetakan. Dibandingkan dengan arang, briket mempunyai beberapa keunggulan seperti tidak menghasilkan asap, tidak beracun dan relatif mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi. Arang cangkang kemiri dapat dipergunakan sebagai bahan filter air [5] dan dapat juga digunakan sebagai arang aktif dengan kemampuan daya serap terhadap metil biru dan iodine yang sesuai dengan SNI [6]. Dalam proses pembuatan biobriket, tahap awal yang dilakukan adalah proses karbonisasi. Proses karbonisasi atau proses pengarangan adalah proses pembakaran dengan udara tertentu dimana terjadi konversi dari bahan organik menjadi karbon atau arang yang terjadi pada suhu 400-600°C. Dalam proses karbonisasi, kondisinya harus dijaga agar bahan baku yang dipergunakan tidak menjadi abu tetapi menjadi arang yang masih mempunyai energi didalamnya, sehingga nantinya dapat digunakan sebagai bahan bakar. Lama proses karbonisasi tergantung dari kuantitas dari bahan organik yang digunakan, ukuran bahan, kerapatan bahan dan oksigen yang masuk, serta asap yang keluar dari ruang pembakaran. Proses karbonisasi dapat dilakukan dengan metode pirolisis dimana suhu yang digunakan sebesar 500°C selama 8 jam, didapatkan nilai kalor antara 4434-6061 kal/g [7]. Selain itu, pirolisis dengan menggunakan klin model tabung dapat juga digunakan, yang dioperasikan pada suhu 370°C selama 4 sampai 5 jam dengan nilai kalor yang didapatkan berkisar 5942-6090 kal/g [8]. Metode lain untuk proses

pengarangan cangkang kemiri dapat juga menggunakan metode panjang gelombang *microwave* yang dilakukan dengan menggunakan daya 440 watt selama 1 jam, dengan nilai kalor yang dihasilkan sebesar 5706,24 kal/g [9]. Untuk pengukuran arang kulit kemiri melalui bomb kalori meter dengan metode persamaan Dulong dihasilkan nilai *Heating High Value* (HHV) sebesar 10549,5 btu/lb [10]. Selain itu, agar dihasilkan nilai kalor yang tinggi, proses dapat juga dilakukan dengan mengkombinasi antara cangkang kemiri dengan bahan organik lain seperti kombinasi antara arang sekam padi dengan cangkang kemiri dengan rasio antara sekam padi sebesar 40% dan kulit kemiri 40% didapatkan daya sebesar 0,098 kW dan efisiensi termal sebesar 40,45% [11]. Pencampuran kulit kemiri dan cangkang kemiri dengan rasio perbandingan tertentu didapatkan nilai kalor optimalnya sebesar 6.170 kal/g [12]. Sedangkan, kombinasi antara cangkang kemiri dengan kotoran kambing hanya menghasilkan nilai kalor sebesar 4563 kal/g [13]. Selain itu, ada juga peneliti sebelumnya melakukan kombinasi briket biorang tempurung kemiri dan kulit asam jawa, nilai kalor yang dihasilkan adalah sebesar 3350 kal/g [14]. Sedangkan untuk gabungan antara ampas kelapa dan arang tempurung kemiri dengan rasio sebesar 20:80%, dihasilkan nilai optimal untuk HHV sebesar 8242,819 kal/g dan nilai *Lower Heating Value* (LHV) sebesar 8160,523 kal/g [15]. Untuk kombinasi antara biji karet dan cangkang kemiri dengan perbandingan 30:70 didapatkan nilai kalor sebesar 6609,32 kal/g [16]. Setelah proses pengarangan, tahap selanjutnya adalah proses pembuatan briket yaitu dengan mencampurkan atau menambahkan bahan perekat. Bahan perekat atau bahan pengikat dapat berupa bahan organik maupun bahan anorganik. Contoh bahan perekat organik adalah tepung kanji atau tepung tapioka, amilum, tar, dan molase. Sedangkan, bahan perekat anorganik seperti lempung, semen, dan natrium silikat.

Secara umum, bahan perekat yang sering dipergunakan adalah tepung tapioka atau tepung kanji. Dari peneliti sebelumnya, untuk bahan briket cangkang kelapa sawit dengan bahan perekat arpus menghasilkan nilai kalor sebesar 6366 kal/g dan kadar abu sebesar 7,11% [17].

Berdasarkan penelitian terdahulu yang sudah dipaparkan, penelitian briket dari bahan baku cangkang kemiri masih perlu untuk dikembangkan dan digali lebih mendalam. Hal ini dikarenakan agar mendapatkan hasil analisa proksimat dan nilai kalor yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) serta mendapatkan nilai emisi yang serendahnya, sehingga dapat diaplikasikan pada masyarakat atau industri dalam skala besar. Salah satu yang masih perlu dikembangkan juga adalah jenis perekat yang digunakan, yang mana secara umum masih menggunakan tepung tapioka.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas biobriket cangkang kemiri melalui proses karbonisasi gelombang elektromagnetik *microwave* dengan jenis perekat yang digunakan adalah tepung gembili maupun tepung mbote. Karakteristik atau kualitas biobriket dapat dilihat dari hasil analisa proksimat maupun analisa kalor yang dilakukan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. PEMBUATAN TEPUNG GEMBI

Bahan yang digunakan adalah gembili (*Dioscorea esculenta L.*). Pada tahap awal, gembili dibersihkan dengan air untuk menghilangkan kotoran dan impuritis yang ada. Kemudian dipotong-potong sekitar 0,5 cm dan dilakukan perendaman dalam air garam dengan konsentrasi sebesar 25% selama 15-20 menit. Perendaman dilakukan 3 kali pengulangan untuk menghilangkan getah yang ada. Setelah itu, proses pencucian dilakukan kembali dengan air. Selanjutnya, proses pengeringan dilakukan secara langsung di bawah sinar matahari selama 2x24 jam. Gembili yang sudah kering dihancurkan dengan peralatan disk mill

sampai menghasilkan bentuk tepung dengan ukuran sebesar 100 mesh.

### 2.2. PEMBUATAN TEPUNG MBOTE

Bahan yang digunakan adalah mbote (*Colocasia esculenta*), dimana pada tahap awal dilakukan pembersihan mbote dengan menggunakan air agar kotoran dan impuritis yang ada bisa hilang. Kemudian dipotong-potong sekitar 0,5 cm dan dicuci dengan air sampai bersih. Setelah itu, proses pengeringan dilakukan secara langsung di bawah sinar matahari selama 2x24 jam. Mbote yang sudah kering dihancurkan dengan peralatan disk mill sampai menghasilkan bentuk tepung dengan ukuran sebesar 100 mesh.

### 2.3. PROSES PEMBUATAN BIOBRIKET

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah limbah cangkang kemiri sunan (*Aleurites trisperma*), sedangkan tepung gembili dan tepung mbote digunakan sebagai bahan perekat. Variabel yang dipergunakan adalah rasio antara cangkang kemiri dengan bahan perekat sebesar 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 dan 60:40% (b/b). Total massa bahan arang dan bahan perekat adalah 300 gram. Tahapan pembuatan biobriket adalah proses pensortiran cangkang kemiri untuk memisahkan cangkang kemiri dari serbuk yang ada. Selanjutnya, pengecilan ukuran dari cangkang kemiri kurang lebih sebesar 1 cm. Cangkang kemiri yang sudah seragam ukurannya diproses karbonisasi dengan cara pemanasan menggunakan *microwave* dengan daya sebesar 440 watt selama 1 jam. Arang cangkang kemiri dari *microwave* dikecilkan ukurannya sampai kurang lebih 100 mesh, dan mencampurkan arang cangkang kemiri dengan bahan perekat (tepung gembili/tepung mbote) sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Setelah itu, campuran dilarutkan dengan air panas sebanyak 200 ml sambil dilakukan pengadukan hingga merata. Tahapan selanjutnya adalah proses pengepresan secara hidrolik dengan bentuk cetakan

silinder dengan ukuran diameter 2,5 cm dan tinggi 3 cm. Biobriket yang dihasilkan selanjutnya dikeringkan secara langsung dengan sinar matahari selama 3x24 jam.

#### 2.4. ANALISA SAMPEL

Analisa sampel yang dilakukan pada penelitian ini antara lain adalah analisa komposisi kandungan tepung gembili maupun tepung mbote yang meliputi analisa kadar pati, amilosa dan amilopektin. Sedangkan biobriket cangkang kemiri dilakukan analisa proksimat (analisa kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon terikat) dan nilai kalor.

#### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tepung gembili maupun tepung mbote merupakan bahan perekat atau bahan pengikat yang berbasis bahan organik, dalam proses pembuatan biobriket cangkang kemiri. Bahan perekat merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kualitas dari biobriket. Bahan perekat dari bahan organik menghasilkan sedikit abu dan lebih efektif. Data komposisi tepung gembili dan tepung mbote dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi tepung gembili dan tepung mbote.

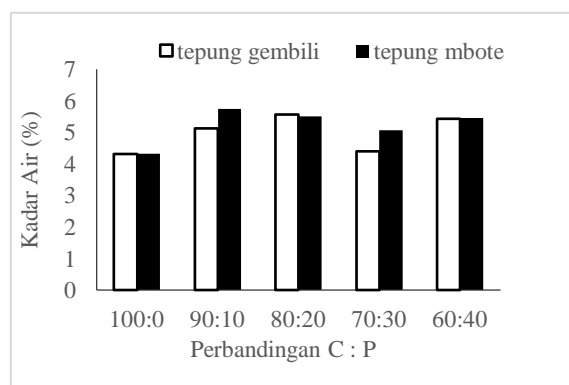
Bahan	Kadar Pati (%)	Kadar Amilosa (%)	Kadar Amilopektin (%)
Gembili	64,65	21,88	42,77
Mbote	49,22	34,14	15,08

Dengan komposisi pati, amilosa dan amilopektin yang cukup tinggi dalam tepung gembili maupun mbote, maka tepung gembili dan tepung mbote dapat digunakan sebagai bahan perekat pada proses pembuatan biobriket cangkang kemiri. Adapun komponen karbohidrat seperti amilosa dan amilopektin digunakan sebagai pengikat karbon yang ada dalam arang briket. Selain tepung tapioka, tepung sagu juga dapat digunakan sebagai bahan perekat dikarenakan dalam sagu mempunyai

kandungan karbohidrat dan amilopektin yang tinggi [18].

Kandungan air sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran biobriket. Semakin banyak kandungan air yang terkandung dalam briket menjadikan penurunan nilai kalor dan menghambat proses penyalaan. Hal ini dikarenakan pada awal penyalaan energi panas yang dihasilkan digunakan untuk menguapkan terlebih dahulu air yang masih terikat dalam biobriket. Hasil analisa kadar air dapat dilihat pada Gambar 1, dimana terlihat semakin besar rasio antara cangkang kemiri dan bahan perekat maka semakin tinggi pula kadar air yang terdapat dalam biobriket. Nilai Optimal kadar air yang terkandung dihasilkan dari bahan perekat dari tepung gembili dengan perbandingan antara cangkang kemiri dan bahan perekat 70:30 yaitu sebesar 4,39%.

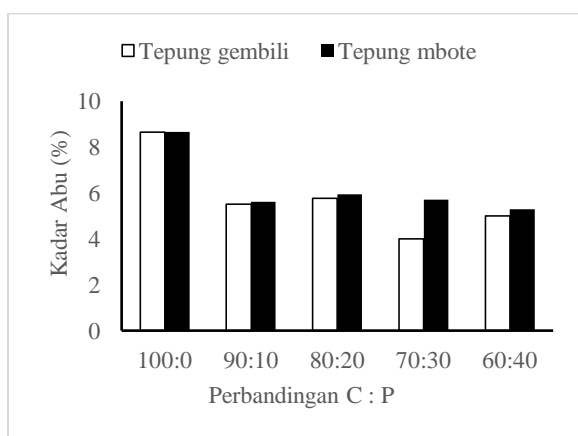
Apabila dilihat dari hasil analisa secara keseluruhan, semua kadar air baik dari perekat tepung gembili maupun tepung mbote yang didapatkan masih sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang diperbolehkan. Kadar air dalam briket adalah maksimal sebesar 8%.



**Gambar 1.** Hasil analisa kadar air pada briket dari berbagai variasi cangkang kemiri (C) dan bahan perekat (P).

Kadar abu merupakan bahan organik yang tersisa dari hasil pembakaran briket, dimana unsur utama yang dikandung dalam abu adalah silika. Nilai tersebut sangat berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar abu yang

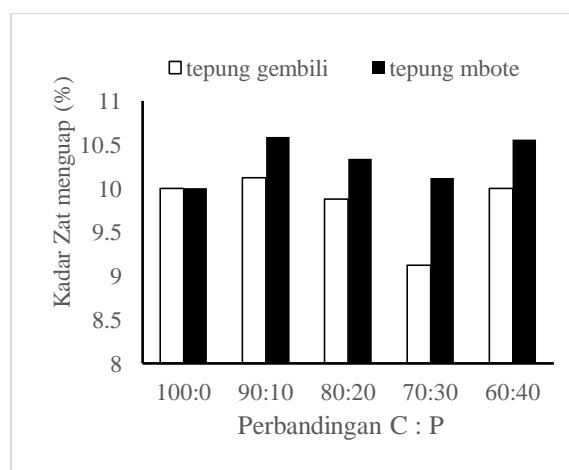
dikandung akan menghasilkan kualitas biobriket yang rendah. Hasil analisa abu dapat dilihat pada Gambar 2. Dilihat dari bahan perekat antara tepung gembili dan tepung mbote, kadar abu dari perekat gembili relatif lebih tinggi dari mbote, akan tetapi tidak terlalu signifikan. Sedangkan apabila dilihat dari perbandingan antara cangkang kemiri dan bahan perekat, variabel 100:0 terlihat kadar abunya tinggi yaitu 8,66%. Hal ini dikarenakan dalam sampel hanya terkandung arang dari cangkang kemiri saja tanpa adanya bahan perekat. Berdasarkan penelitian terdahulu, kandungan abu dari arang cangkang kemiri adalah sebesar 8,73% [19]. Dari hasil penelitian didapatkan nilai optimal dari kadar abu adalah 4,01% pada bahan perekat tepung gembili pada perbandingan 70:30. Kadar abu maksimal dari produk briket berdasarkan SNI adalah sebesar 8%. Sehingga dari hasil penelitian yang ditambahkan dengan bahan perekat, semuanya masih sesuai dengan SNI.



**Gambar 2.** Hasil analisa kadar abu pada berbagai variasi cangkang kemiri (C) dan bahan perekat (P).

Kandungan zat menguap (*volatile matter*) merupakan zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi atau penguraian senyawa yang terdapat dalam biobriket selain air. Kandungan zat menguap yang tinggi akan memberikan dampak terhadap kuantitas atau jumlah asap yang dihasilkan semakin banyak pada waktu proses pembakaran. Hal

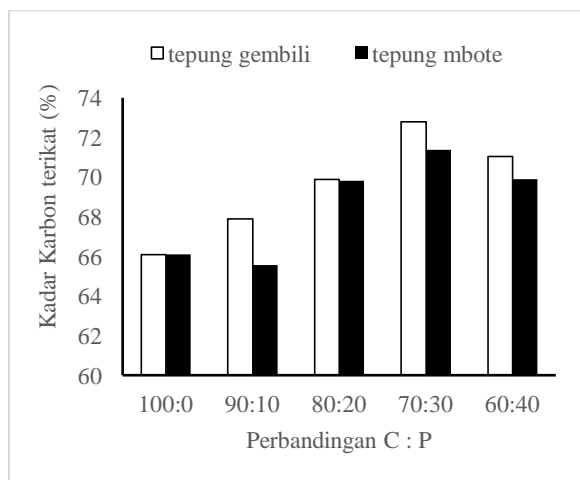
ini disebabkan karena terjadinya reaksi pembakaran yang tidak sempurna. Sehingga, kandungan zat menguap yang tinggi akan mengakibatkan penurunan nilai kalor. Gambar 3 menunjukkan hasil analisa kadar zat menguap yang dihasilkan dari penelitian ini. Dari hasil penelitian antara bahan perekat tepung gembili dan tepung mbote menghasilkan nilai kadar zat menguap yang semuanya masih sesuai dengan SNI. Kadar zat menguap berdasarkan nilai SNI briket yaitu kurang dari 15%. Nilai optimal yang dihasilkan adalah dengan perekat gembili pada rasio 70:30 yaitu sebesar 9,12%.



**Gambar 3.** Hasil analisa kadar zat menguap pada berbagai variasi cangkang kemiri (C) dan bahan perekat (P).

Analisa karbon terikat dipengaruhi oleh nilai kadar abu, kadar air dan zat menguap dari biobriket cangkang kemiri. Kadar karbon yang dihasilkan berkisar antara 65,06-72,78% (Gambar 4). Kadar karbon terikat tertinggi yaitu pada biobriket dengan bahan perekat tepung gembili yaitu sebesar 72,78% pada perbandingan 70:30 dan kadar karbon terikat terendah pada biobriket dengan bahan perekat mbote yaitu sebesar 65,06%. Semakin tinggi nilai kadar karbon terikat, maka kualitas biobriket yang dihasilkan semakin tinggi pula. Begitupun sebaliknya, semakin rendah nilai kadar karbon terikat maka kualitas biobriket juga semakin rendah. Berdasarkan SNI, nilai kadar karbon

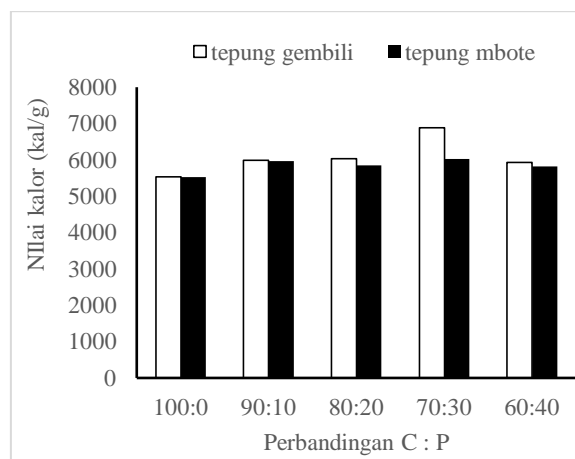
terikat minimum sebesar 77%. Hasil penelitian masih belum sesuai dengan standar SNI dikarenakan bahan baku yang digunakan adalah termasuk limbah organik.



**Gambar 4.** Hasil analisa kadar karbon terikat pada berbagai variasi cangkang kemiri (C) dan bahan perekat (P).

Selain analisa proksimat, analisa nilai kalor juga dilakukan dengan menggunakan peralatan bomb kalorimeter. Nilai kalor merupakan parameter yang sangat berpengaruh terhadap kualitas biobriket dari cangkang kemiri yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi pula kualitas dari biobriket yang dihasilkan. Dari hasil penelitian (Gambar 5), nilai kalor yang tertinggi didapatkan dari bahan perekat tepung gembili pada perbandingan 70:30 yaitu sebesar 6875,259 kal/g dan yang terendah dihasilkan dari bahan perekat tepung mbote yaitu sebesar 5812,665 kal/g pada perbandingan 60:40. Berdasarkan standar SNI untuk briket, nilai kalornya minimal sebesar 5000 kal/g. Apabila dilihat dari bahan perekat tepung gembili dan tepung mbote, semuanya masih sesuai dengan SNI.

Dari nilai kalor yang ditunjukkan dalam Gambar 5, kalor yang dihasilkan dari bahan baku cangkang kemiri masih dapat memenuhi standar yang ditentukan. Pada realita di dunia, penggunaan bahan bakar padat, nilai kalor yang digunakan menyesuaikan pada kebutuhan sektor industri.



**Gambar 5.** Hasil analisa nilai kalor pada berbagai variasi cangkang kemiri (C) dan bahan perekat (P).

#### 4. KESIMPULAN

Biobriket yang dihasilkan dari cangkang kemiri dengan bahan perekat dari tepung gembili dan mbote dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif, dimana dari hasil analisa yang dilakukan hampir semuanya telah memenuhi SNI, terkecuali untuk kandungan karbon terikatnya yang masih belum sesuai. Dari hasil analisa antara bahan perekat tepung gembili dan tepung mbote, hasil yang paling baik didapat dari bahan perekat tepung gembili dengan nilai untuk kadar air sebesar 4,39%, kadar abu sebesar 4,01%, kadar zat menguap sebesar 9,12%, kadar karbon terikat sebesar 72,78% dan nilai kalornya adalah sebesar 6875,259 kal/g. Hasil tersebut didapatkan dari perbandingan antara cangkang kemiri dan bahan perekat tepung gembili 70:30% (b/b).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Nasional dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) ITN Malang dan DIKTI atas bantuan dana Hibah Penelitian Ristek Dikti Tahun 2020.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Efendi, H. Hermanto, A. Makhud, S. Sungkono, Analisis Karakteristik Briket dari Cangkang Kemiri sebagai

- Bahan Bakar Alternatif, *J-Move: J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, hal. 31–36, 2020.
- [2] M. Jaya, Tempurung Kemiri sebagai Bahan Baku Briket Menggunakan Tungku Aluminium, *Hasanuddin Student Journal*, vol. 2, no. 1, hal. 248–253, 2018.
- [3] N. Muliana, A. M. I. T. Asfar, A. M. I. A. Asfar, A. M. Sari, R. Rismawati, A. N. Yusuf, Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri sebagai Briket Arang Bakar Masa Depan Melalui Pemberdayaan Ibu PKK Desa Matajang, *SNPKM Semin. Nas. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, hal. 36–41, 2020.
- [4] L. Botahala, Y. N. Tena, M. Dulweni, M. B. Litbagai, M. Maukafeli, M. E. Latipra, K. D. Utang, M. Alota, N. Lapaimou, Pembuatan Briket Cangkang Kemiri sebagai Bahan Bakar Alternatif bagi Masyarakat Pedalaman di Kabupaten Alor, *J. Ilm. Abdi Mas TPB Unram*, vol. 3, no. 1, hal. 100–105, 2021.
- [5] J. L. Ramos-Suárez, N. Carreras, Use of Microalgae Residues for Biogas Production, *Chem. Eng. J.*, vol. 242, hal. 86–95, 2014.
- [6] D. Hendra, R. E. P. Gusti, S. Komarayati, Pemanfaatan Limbah Tempurung Kemiri Sunan (*Aleuriteus trisperma*) sebagai Bahan Baku pada Pembuatan Arang Aktif, *J. Penelit. Has. Hutan*, vol. 32, no. 4, hal. 271–282, 2014.
- [7] A. S. Iryani, Pembuatan Briket dari Arang Cangkang Kemiri Hasil Pirolisis, *Jurnal Ilmiah Techno Entrepreneur Acta*, vol. 2, no. 2, hal. 87–94, 2017.
- [8] R. Efendi, S. Sungkono, Rancang Bangun dan Uji Kinerja Kiln untuk Tempurung Kemiri, *Jurnal Mekanova*, vol. 7, no. 2, hal. 104–108, 2021.
- [9] R. K. Dewi, M. I. Hudha, F. Darmawan, D. W. Prasetyo, Bio Briket Cangkang Aleurites Moluccana Melalui Gelombang Elektromagnetik dengan Varian Daya dan Durasi Waktu Karbonisasi, *Equilib. J. Chem. Eng.*, vol. 4, no. 2, hal. 49–58, 2020.
- [10] D. Patabang, Analisis Nilai Kalor Secara Eksperimental dan Teoritik dari Briket Arang Kulit Kemiri, *Mektek*, vol. 11, no. 3, hal. 177–180, 2009.
- [11] S. Suluh, Analisa Pemanfaatan Campuran Briket Arang Sekam Padi dengan Cangkang Kemiri sebagai Bahan Bakar Alternatif, *J. Dynamic Saint*, vol. 6, no. 1, hal. 19–24, 2021.
- [12] A. Rahman, E. Kurniawan, F. Fauzan, Karakterisasi Biobriket Campuran Kulit Kemiri dan Cangkang Kemiri, Seminar Nasional Teknik Kimia – Teknologi Oleo Petro Kimia Indonesia, Pekanbaru, Indonesia, Oktober 2016.
- [13] S. Sulmiyati, N. S. Said, Pengolahan Briket Bio-Arang Berbahan Dasar Kotoran Kambing dan Cangkang Kemiri di Desa Galung Lombok Kecamatan Tinambung, Polewali Mandar, *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, hal. 108–118, 2017.
- [14] C. D. Afriani, E. Yufita, N. Nurmalita, Nilai Kalor Briket Tempurung Kemiri dan Kulit Asam Jawa dengan Variasi Ukuran Partikel dan Tekanan Pengepresan, *J. Aceh Physics Society*, vol. 6, no. 1, hal. 6–9, 2017.
- [15] I. B. G. Gianyar, N. Nurchayati, Y. A. Padang, Pengaruh Persentase Arang Tempurung Kemiri Terhadap Nilai Kalor Briket Campuran Biomassa

- Ampas Kelapa - Arang Tempurung Kemiri, *Din. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, hal. 67–74, 2012.
- [16] I. K. S. Astawan, L. Agustina, S. Susi, Pemanfaatan Cangkang Biji Karet (*Havea brasiliensis*) dan Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana*) sebagai Bahan Baku Biobriket, *Ziraa"ah*, vol. 43, no. 2, hal. 111–122, 2018.
- [17] M. R. Aziz, A. L. Siregar, A. B. Rantawi, I. B. Rahardja, Pengaruh Jenis Perekat pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar, Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Oktober 2019.
- [18] A. Ningsih, Analisis Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa dengan Bahan Perekat Tepung Kanji dan Tepung Sagu sebagai Bahan Bakar Alternatif, *Jurnal Teknol. Terpadu*, vol. 7, no. 2, hal. 101–110, 2019.
- [19] M. Lempang, W. Syafii, G. Pari, Struktur dan Komponen Arang Serta Arang Aktif Tempurung Kemiri, *J. Penelit. Has. Hutan*, vol. 29, no. 3, hal. 278–294, 2011.