

Analisis perbandingan bahan dan jumlah perekat terhadap briket tempurung kelapa dan ampas tebu

Comparative analysis of materials and number of adhesives to coconut shell bricks and sugar cane

Welly Deglas¹⁾ dan Fransiska¹⁾

¹⁾ Politeknik Tonggak Equator, Pontianak
email: wellydeglas@yahoo.com

Informasi Artikel:

Dikirim: 02/03/2020; ditinjau: 05/03/2020; disetujui: 28/03/2020

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of comparative analysis of ingredients and the amount of adhesive on the coconut shell charcoal briquettes and bagasse charcoal. This research used Split Plot Design that consisted of two factors. The first factor is the total ratio of coconut shell charcoal and bagasse charcoal and coconut shell charcoal and bagasse charcoal 1: 1 (L1), 1: 2 (L2) and 1: 3 (L3), while the second factor was the amount of sago adhesive as plots section, consisting of: 10% (P₁), 20% (P₂) and 30% (P₃). The parameters analyzed include: heating value, moisture content, ash and volatile matter. The results showed that the amount of adhesive greatly affected the briquette charcoal produced, the addition of the amount of adhesive would reduce the briquette's heating value, as well as the water content, ash content and evaporation rate increased with the addition of the amount of adhesive. Comparison of coconut shell charcoal and bagasse charcoal can influence to cause higher levels of volatile matter because the level of sugarcane charcoal volatile matter is higher than coconut shell charcoal which has lower volatile matter levels. Judging from the heating value in this study, the best results in this study were in the treatment of P1L1, namely the ratio of coconut shell charcoal and bagasse 1:1 with the amount of sago adhesive 10% with a heating value 5687.45%.

Keywords: *briquette charcoal, coconut shell, bagasse and adhesives.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh analisis perbandingan bahan dan jumlah perekat terhadap briket arang tempurung kelapa dan arang ampas tebu, dan untuk melihat hasil terbaik arang briket. Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT), yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah jumlah perbandingan arang tempurung kelapa dan arang ampas tebu yaitu : arang tempurung kelapa dan arang ampas tebu 1:1 (L1), 1:2 (L2) dan 1:3 (L3), sedangkan faktor kedua adalah jumlah perekat sago sebagai petak bagian, terdiri dari 3 taraf yaitu : 10% (P₁), 20%(P₂) dan 30% (P₃). Parameter yang dianalisis meliputi : nilai kalor, kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap. Hasil penelitian menunjukkan jumlah perekat sangat berpengaruh terhadap arang briket yang dihasilkan, banyaknya penambahan jumlah perekat akan menurunkan nilai kalor briket, serta kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap semakin tinggi dengan penambahan jumlah perekat. Perbandingan arang tempurung kelapa dan arang ampas tebu dapat mempengaruhi menyebabkan makin tinggi kadar *volatile matter* karena kadar *volatile matter* arang ampas tebu lebih tinggi dibandingkan

arang tempurung kelapa yang memiliki kadar *volatile matter* lebih rendah. Dilihat dari nilai kalor pada penelitian ini, hasil terbaik pada penelitian ini terdapat pada perlakuan PIL1 yaitu perbandingan arang tempurung kelapa dan ampas tebu 1:1 dengan jumlah perekat sagu 10% dengan nilai kalor sebesar 5687.45%.

Kata kunci : briket arang, tempurung kelapa, ampas tebu dan perekat.

PENDAHULUAN

Krisis energi bahan bakar dan kesediaan bahan bakar minyak yang saat ini kian menipis telah memberikan gambaran bahwa sekarang saatnya kita untuk beralih pada bahan bakar alternatif, salah satunya adalah arang briket (Gladstone *et al.*, 2014; Hendra, 2011; Setiowati dan Tirono, 2014).

Briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Briket dapat dibuat dari bermacam-macam bahan baku, seperti ampas tebu, sekam padi, serbuk gergaji, kulit durian dan lain-lain (Brožek, Nováková, dan Kolářová, 2012; Peševski *et al.*, 2010; Zannikos *et al.*, 2013). Bahan baku utama yang harus terdapat di dalam bahan baku adalah selulosa. Briket yang mengandung zat terbang terlalu tinggi cenderung mengeluarkan asap dan bau tidak sedap.

Saat ini sebagian besar energi yang digunakan rakyat Indonesia berasal dari bahan bakar fosil, yaitu bahan bakar minyak, batubara, dan gas. Kerugian penggunaan bahan bakar fosil ini selain merusak lingkungan juga tidak berkelanjutan. Peningkatan harga BBM menyebabkan sumber energi ini menjadi tidak lagi murah. Selain BBM, sumber energi yang juga mengalami peningkatan harga adalah gas LPG. Oleh karena itu perlu diciptakan sumber energi lain yang dapat digunakan untuk mengganti peran BBM dan gas.

Banyaknya limbah-limbah pertanian yang terdapat di Kalimantan Barat, terutama arang tempurung kelapa dan ampas tebu, keberadaannya tidak bisa dipandang sebelah mata. Arang tempurung kelapa diperoleh dari limbah kelapa dan ampas tebu diperoleh dari penjual air tebu yang terdapat di Kalimantan Barat, serta masih banyak limbah hasil pengolahan masih belum dimanfaatkan dengan baik. Potensi tempurung kelapa di

Kalimantan Barat 14.326 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2009; Vachlepi dan Suwardin, 2013). Selama ini tempurung kelapa dan ampas tebu pemakaiannya bahan bakar kurang praktis dan perlu dicari cara agar dapat digunakan dengan mudah. Potensi ampas tebu di Kalimantan Barat untuk satu penjual air tebu dapat menghasilkan ampas tebu \pm 20kg/hari dari 60-80 batang tebu. Ampas tebu ini belum dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Limbah ampas tebu ini mempunyai prospek cukup bagus dikembangkan, sehingga perlu dikaji pemanfaatannya (Das *et al.*, 2013; Pokhrel *et al.*, 2014; Sainz *et al.*, 2010). Selama ini ampas tebu hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler pada pabrik gula, sedangkan di Kalimantan Barat hanya dibuang begitu saja dan tidak termanfaatkan.

Untuk mengolah limbah tersebut menjadi lebih bermanfaat maka diperlukan teknologi alternatif (Dantas, Legey, dan Mazzone, 2013; Ojeda *et al.*, 2011, p. 1). Teknologi tersebut di antaranya adalah teknologi pembuatan arang dari tempurung kelapa dan ampas tebu (Arellano, Kato, dan Bacani, 2015; Jain dan Tripathi, 2014; Karunakara *et al.*, 2015; Teixeira, Pena, dan Miguel, 2010). Arang tempurung kelapa dan ampas tebu diolah lebih lanjut menjadi produk yang lebih mempunyai nilai ekonomi seperti arang aktif, briket arang, serat karbon, dan arang kompos. Salah satu olahan tempurung kelapa yang mempunyai prospek cerah adalah arang briket.

Briket merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang memiliki prospek bagus untuk dikembangkan. Selain dari proses pembuatannya yang mudah, ketersediaan bahan bakunya juga mudah didapat. Pembuatan briket adalah proses pencampuran bahan baku, pencetakan dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk,

ukuran fisik dan sifat kimia tertentu. Proses pembuatan arang briket terdapat berbagai cara yang bisa dilakukan salah satunya dengan cara memvariasikan arang tempurung kelapa dan ampas tebu dengan komposisi yang berbeda, yaitu dengan perbandingan arang tempurung kelapa dan ampas tebu yang divariasikan dengan perbandingan 1 : 1, 1 : 2 dan 1 : 3. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui pada perbandingan yang mana bisa diperoleh arang briket yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh analisis perbandingan bahan dan jumlah perekat terhadap briket tempurung kelapa dan ampas tebu.

METODE PELAKSANAAN

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang tempurung kelapa, arang ampas tebu, perekat sagu dan air.

Alat

Adapun alat yang digunakan dalam pembuatan briket adalah *cabinet dryer* untuk pengeringan briket, pompa hidrolik untuk pengepresan briket, gas atau kompor untuk pembuatan perekat, pencetak briket, timbangan, baskom, pengaduk kayu dan plastik (pengemas).

Metode/ Pelaksanaan

Tahapan Penelitian

1. Persiapan bahan baku pembuatan arang

Langkah awal proses pembuatan arang tempurung kelapa yaitu tempurung kelapa yang kering dimasukan ke dalam drum *kiln* (drum pengarangan) dan dinyalakan api dari bawah drum kiln, lalu drum kiln tersebut ditutup. Selanjutnya dilakukan pengaturan buka tutup lubang udara pada dinding drum kiln dan pembakaran terus dilakukan sampai asap yang keluar menipis. Arang yang diperoleh ditumbuk dan diayak dengan ayakan 70 *mesh*.

Pembuatan arang ampas tebu juga hampir sama dengan pembuatan arang tempurung kelapa, tetapi ampas tebu terlebih dahulu dikeringkan selama satu hari dibawah

sinar matahari, karena kadar air pada ampas tebu masih tinggi dan kemudian baru diarangkan ke dalam drum kiln, setelah pengarangan selesai bahan dihaluskan dan diayak dengan ayakan 70 *mesh*.

2. Pembuatan larutan perekat

Tepung sagu ditimbang sebanyak 200 gram, lalu dicampur dengan air sebanyak 1 liter untuk masing-masing perlakuan. Kemudian tepung kanji dipanaskan di atas kompor sambil diaduk hingga perekatnya mengental.

3. Pencampuran perekat dan bahan baku

Langkah awal proses pembuatan briket arang tempurung kelapa dan ampas tebu adalah bahan perekat dan arang dicampur sempurna kemudian dicetak dengan menggunakan pralon berbahan besi atau stainless yang berdiameter 4,5 cm dan tinggi 10 cm, ditekan menggunakan kempa hidrolik dengan tekanan yang sama. Briket arang tempurung kelapa dan ampas tebu kemudian dikeringkan di dalam *kabinet dryer* pada suhu 80°C selama \pm 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data hasil analisis pengujian bahan dasar penelitian arang tempurung kelapa dan arang ampas tebu

NO	Bahan Baku	Kadar Air %	Kadar Abu %	Kadar Zat Menguap %	Nilai Kalor %
1	Arang Tempurung Kelapa	16.2733	2.9129	8.2862	6527.13
2	Arang Ampas Tebu	7.2107	12.4201	10.4791	4042.61

Tabel 2. Rerata analisis briket arang tempurung kelapa dan ampas tebu

Perlakuan	Kadar Air %	Kadar Abu %	Kadar Zat Menguap %	Niali Kalor %
L1P1	8,17	6,89	10,54	5587,45
L1P2	12,12	6,90	10,67	5686,22
L1P3	14,31	7,11	10,03	5642,13
L2P1	8,78	7,95	11,36	5533,76
L2P2	12,12	7,43	12,79	5598,96
L2P3	14,58	7,24	12,67	5596,61
L3P1	8,99	10,31	13,90	5002,68
L3P2	12,14	10,45	13,93	5100,56
L3P3	14,61	11,07	14,21	5357,21

Keterangan:

L1: tempurung kelapa dan arang ampas tebu (1:1)

L2: tempurung kelapa dan arang ampas tebu (1:2)

L3: tempurung kelapa dan arang ampas tebu (1:3)

P1: Perekat Sagu 10%

P2: Perekat Sagu 20%

P3: Perekat Sagu 30%

Kadar air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen (Winarno, 2002). Kadar air yang rendah dipengaruhi oleh lamanya pengeringan dengan *cabinet dryer* pada suhu 80°C selama 48 jam. Hal ini yang menyebabkan rendahnya kadar air pada briket. Kadar air sangat berperan dalam kualitas briket yang dihasilkan, karena semakin rendahnya kadar air yang diperoleh maka kualitas briket yang dihasilkan akan semakin baik. Pada tabel 2. di atas menunjukkan kadar air briket tertinggi yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebesar 14,61 % yang diperoleh pada perlakuan dengan perbandingan tempurung kelapa dan ampas tebu 1:3 menggunakan perekat sagu sebesar 30%. Tinggi rendahnya kadar air pada penelitian ini dipengaruhi jumlah perekat yang ditambahkan karena pada perekat yang ditambahkan masih mengandung kadar air yang tinggi atau masih lembab sehingga banyaknya jumlah perekat yang ditambahkan akan menyebabkan kadar air briket tinggi, air yang dibawa perekat juga lebih banyak. Suhu dan lama waktu pengeringan yang digunakan pada penelitian ini setiap perlakuan sama sehingga jumlah perekat sangat mempengaruhi kadar air. Penambahan perekat akan menyebabkan kadar air arang briket tinggi, ini disebabkan karena di dalam perekat masih mengandung kadar air, karena pada saat pembuatan perekat menggunakan tepung sagu ditambahkan air.

Kadar abu

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik (Sudarmaji, Haryono, dan Suhardi, 1984). Abu merupakan bagian tersisa dari hasil pembakaran dalam hal ini adalah sisa pembakaran briket arang, salah satu

penyusun abu adalah silika.

Abu merupakan materi anorganik yang tersisa setelah pembakaran biomassa. Abu terutama terdiri atas kalsium, magnesium, fosfor dan lain sebagainya. Salah satu unsur dalam abu adalah silikat dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor briket, dimana semakin rendah kadar abu maka semakin baik kualitas briket. Pada Pada tabel 2. di atas menunjukkan di atas menunjukkan kadar abu terendah pada penelitian ini adalah terdapat pada perlakuan L1P1 dengan perbandingan tempurung kelapa dan ampas tebu 1:1 yaitu 6.89%. Dalam penelitiannya memperoleh hasil bahwa adanya penambahan arang ampas tebu dan penambahan jumlah perekat cenderung meningkatkan kadar abu dari briket. Hal ini dikarenakan bahan tambahan arang ampas tebu memiliki kadar kadar abu yang tinggi pada pengujian bahan dasar dan dengan adanya penambahan perekat yang memiliki komponen-komponen anorganik dengan persentase kadar abu masing-masing, yang pada akhirnya menambah persentase kadar abu briket itu sendiri.

Kadar zat menguap

Kadar bahan volatil atau zat terbang merupakan zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa di dalam suatu bahan selain air. Zat mudah menguap dalam biobriket arang adalah senyawa senyawa selain air, abu dan karbon. Zat menguap terdiri dari unsur hidrogen, hidrokarbon CO₂ - CH₄, metana dan karbon monoksida. Adanya unsur hidrokarbon (alifatik dan aromatik) akan menyebabkan makin tinggi kadar zat yang mudah menguap sehingga biobriket arang akan menjadi mudah terbakar karena senyawa alifatik dan aromatik ini mudah terbakar. Yuwono dan Setiawan (2009) mendefinisikan kadar zat mudah menguap sebagai kehilangan berat (selain karena hilangnya air) dari arang yang terjadi pada saat proses pengeringan berlangsung selama 7 menit pada suhu 9000 C pada tempat tertutup tanpa adanya kontak dengan udara luar. Pada tabel 2. di atas menunjukkan menunjukkan bahwa komposisi campuran arang bahan baku

berpengaruh terhadap kadar *volatile matter* briket, bahwa kadar *volatile matter* meningkat seiring dengan kenaikan prosentase arang ampas tebu yang ditambahkan. Hal ini disebabkan karena kadar *volatile matter* arang ampas tebu lebih tinggi dibandingkan arang tempurung kelapa yang memiliki kadar *volatile matter* lebih rendah. Hal ini terlihat jelas pada sampel briket dengan pada perlakuan L3P3 perbandingan campuran arang tempurung kelapa dengan arang ampas tebu adalah 1:3 yaitu sebesar 14.21%, ini disebabkan karena arang ampas mengandung *volatile matter* dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan arang tempurung kelapa. Penambahan jumlah perekat juga mempengaruhi tinggi *volatile matter* briket, ini disebabkan karena jumlah perekat yang belum terkarbonisasi akan memiliki *volatile matter* yang lebih tinggi dari arang, sehingga semakin banyak penambahan jumlah perekat kadar zat menguap akan semakin tinggi.

Nilai kalor

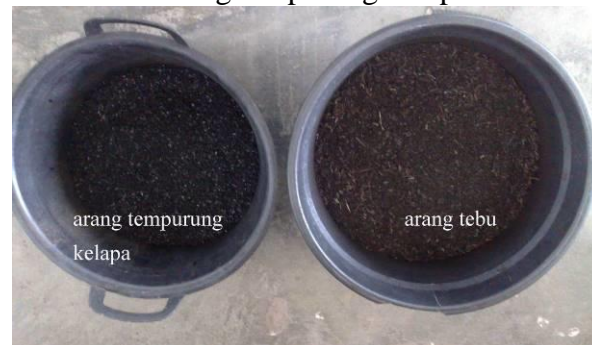
Nilai kalor atau nilai panas adalah salah satu sifat yang penting untuk menentukan kualitas arang terutama yang berhubungan dengan penggunaannya. Untuk mengetahui sejauh mana nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan briket arang, maka harus diketahui terlebih dahulu nilai kalornya.

Pada tabel 2. di atas menunjukkan bahwa komposisi bahan tidak berpengaruh terhadap nilai kalor, ini disebabkan karena nilai kalor pada arang tempurung kelapa lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor arang ampas tebu. Nilai kalor pada penelitian ini dipengaruhi oleh persentase penambahan jumlah perekat sagu. Dapat dilihat pada perlakuan perbandingan arang tempurung kelapa dengan arang ampas tebu 1:1 P1L1 memiliki nilai kalor paling tinggi yaitu sebesar 5687.45%, semakin banyak penambahan persentase jumlah perekat akan menurunkan nilai kalor briket, ini disebabkan karena penambahan perekat yang bukan karbon, sehingga secara otomatis air yang terkandung dalam briket akan menjadi lebih banyak. Dengan semakin bertambahnya air maka nilai kalornya akan menurun. Hal ini

disebabkan karena panas yang tersimpan dalam briket terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air yang ada sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat dipergunakan sebagai panas pembakaran.



Gambar 1. Briket arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa



Gambar 2. Arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan 1.) Jumlah perekat sangat berpengaruh terhadap arang briket yang dihasilkan, banyaknya penambahan jumlah perekat sagu akan menurunkan nilai kalor briket, serta kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap semakin tinggi dengan penambahan jumlah perekat. 2.) Perbandingan arang tempurung kelapa dan arang ampas tebu dapat mempengaruhi tinggi kadar *volatile matter* karena kadar *volatile matter* arang ampas tebu lebih tinggi dibandingkan arang tempurung kelapa yang memiliki kadar *volatile matter* lebih rendah. 3.) Dilihat dari nilai kalor pada penelitian ini, hasil terbaik pada penelitian ini terdapat pada perlakuan P1L1 yaitu perbandingan arang

tempurung kelapa dan ampas tebu 1:1 dengan jumlah perekat sagu 10% dengan nilai kalor sebesar 5687.45%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arellano, G. M. T., Kato, Y. S., & Bacani, F. T. (2015). Evaluation of fuel properties of charcoal briquettes derived from combinations of coconut shell, corn cob and sugarcane bagasse. *DLSU Research Congress, Manila, Philippines*.
- Brožek, M., Nováková, A., & Kolářová, M. (2012). Quality evaluation of briquettes made from wood waste. *Research in Agricultural Engineering*, 58(1), 30–35. <https://doi.org/10.17221/33/2011-RAE>
- Dantas, G. A., Legey, L. F. L., & Mazzone, A. (2013). Energy from sugarcane bagasse in Brazil: An assessment of the productivity and cost of different technological routes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 356–364. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.080>
- Das, B. K., Haque, S. N., Kader, M. A., & Rahman, M. S. (2013). Prospects of bagasse gasification technology for electricity generation in sugar industries in Bangladesh. *Proceeding of the International Conference on Mechanical, Industrial and Materials Engineering (ICMIME), RUET, Rajshahi, Bangladesh*.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2009). *Statistik perkebunan direktorat jendral perkebunan tahun 2008-2010*. Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Gladstone, S., Tersigni, V., Kennedy, J., & Haldeman, J. A. (2014). Targeting briquetting as an alternative fuel source in Tanzania. *Procedia Engineering*, 78, 287–291. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.069>
- Hendra, D. (2011). Pemanfaatan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) untuk bahan baku briket sebagai bahan bakar alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(2), 189–210.
- Jain, A., & Tripathi, S. K. (2014). Fabrication and characterization of energy storing supercapacitor devices using coconut shell based activated charcoal electrode. *Materials Science and Engineering: B*, 183, 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2013.12.004>
- Karunakara, N., Sudeep Kumara, K., Yashodhara, I., Sahoo, B. K., Gaware, J. J., Sapra, B. K., & Mayya, Y. S. (2015). Evaluation of radon adsorption characteristics of a coconut shell-based activated charcoal system for radon and thoron removal applications. *Journal of Environmental Radioactivity*, 142, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2014.12.017>
- Ojeda, K., Ávila, O., Suárez, J., & Kafarov, V. (2011). Evaluation of technological alternatives for process integration of sugarcane bagasse for sustainable biofuels production—Part 1. *Chemical Engineering Research and Design*, 89(3), 270–279.
- Peševski, M. Đ., Iliev, B. M., Živković, D. L., Jakimovska-Popovska, V. T., Srbinoska, M. A., & Filiposki, B. K. (2010). Possibilities for utilization of tobacco stems for production of energetic briquettes. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 55(1), 45–54. <https://doi.org/10.2298/JAS1001045P>
- Pokhrel, S., Bhattarai, S., Rajbamshi, S., & Bhusal, Y. (2014). Prospects of bagasse cogeneration in sugar industries of Nepal. *RenTech Symposium Compendium*, 4, 39–43.
- Sainz, M. B., Chaudhuri, S., Jepson, I., & Dale, J. (2010). Prospects of cellulosic ethanol from sugarcane bagasse. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol*, 27.

- Setiowati, R., & Tirono, M. (2014). Pengaruh variasi tekanan pengepresan dan komposisi bahan terhadap sifat fisis briket arang. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 7(1), 23–31. <https://doi.org/10.18860/neu.v7i1.2636>
- Sudarmaji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1984). *Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian*. Liberty.
- Teixeira, S. R., Pena, A. F. V., & Miguel, A. G. (2010). Briquetting of charcoal from sugar-cane bagasse fly ash (scbfa) as an alternative fuel. *Waste Management*, 30(5), 804–807. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.01.018>
- Vachlepi, A., & Suwardin, D. (2013). Penggunaan biobriket sebagai bahan bakar alternatif dalam pengeringan karet alam. *Warta Perkaratan*, 32(2), 65–73. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v32i2.38>
- Winarno, F. G. (2002). *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta : PT Gramedia.
- Yuwono, J., & Setiawan, B. (2009). *Pengaruh penambahan bahan penyala pada briket arang dari limbah serbuk kayu jati* [Thesis, Universitas Gadjah Mada]. http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/41427
- Zannikos, F., Kalligeros, S., Anastopoulos, G., & Lois, E. (2013). *Converting Biomass and Waste Plastic to Solid Fuel Briquettes* [Research Article]. *Journal of Renewable Energy; Hindawi*. <https://doi.org/10.1155/2013/360368>