



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 4 Tahun 2024 Page 516-524

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Manufacturing Bio Briquettes from a Mixture of Coconut Shell and Cane Bagasse using the Taguchi Method with the Pyrolysis Process

Anggun Puspitarini Siswanto<sup>1✉</sup>, Selvira Paulina Ananda<sup>2</sup>

Diponegoro University

Email: [selvirananda1@gmail.com](mailto:selvirananda1@gmail.com)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Kebutuhan sumber energi di Indonesia dan konsumsi energi manusia semakin meningkat. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka dibuatlah bahan bakar alternatif yaitu biobriket dari tempurung kelapa dan ampas tebu. Biobriket adalah bahan bakar alternatif yang terbuat dari bahan bakar dengan ukuran/diameter kecil (ranting, serbuk, serpihan, serpihan, tempurung kelapa, tempurung kemiri, dan lain-lain). Tempurung kelapa memiliki sifat termal yang baik, yang dapat dilihat dari panas pembakaran, temperatur gelas, dan temperatur leleh, sehingga memiliki peluang yang besar sebagai bahan bakar pengganti. Ampas tebu atau bagasse merupakan hasil sampingan dari proses ekstraksi tebu. Perekat diperlukan untuk membantu membentuk ikatan antar partikel saat pembuatan bio-briket. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu karbonisasi dan komposisi tempurung kelapa terhadap kualitas bio-briket. Analisis proksimat yang dilakukan pada penelitian ini meliputi nilai kalor, kadar air, kadar zat mudah menguap, dan kadar abu. Penelitian ini menggunakan metode Taguchi. Hasil penelitian analisis proksimat telah memenuhi SNI. Metode Taguchi dapat menghasilkan kombinasi parameter yang terbaik sebagai model dan acuan dalam pembuatan briket dalam skala yang lebih besar. Dengan demikian, briket yang dihasilkan ramah lingkungan dan sesuai untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar alternatif. Dengan cara ini, dapat meminimalisir masalah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh sampah.

Kata Kunci: *Perekat, Briket Bio, Tempurung Kelapa, Ampas Tebu, Taguchi*

## Abstract

The need for energy sources in Indonesia and human energy consumption are increasing. To anticipate this, an alternative fuel was made, namely biobriquettes from coconut shells and sugar cane bagasse. Biobriquettes are alternative fuels made from fuel with a small size/diameter (twigs, powder, flakes, flakes, coconut shells, candlenut shells, etc.). Coconut shells have good thermal properties, which can be seen from the heat of combustion, glass temperature and melting temperature, so they have a great opportunity as a substitute fuel. Bagasse or bagasse is a by-product of the sugar cane extraction process. Adhesive is needed to help form bonds between particles when making bio-briquettes. This research aims to determine the effect of carbonization temperature and coconut shell composition on the quality of bio-briquettes. The proximate analysis carried out in this research included calorific value, water content, volatile matter content and ash content. This research uses the Taguchi method. The results of the proximate analysis research have met SNI. The Taguchi method can produce the best combination of parameters as a model and reference for making briquettes on a larger scale. Thus, the briquettes produced are environmentally friendly and suitable for meeting alternative fuel needs. In this way, we can minimize the problem of environmental pollution caused by waste.

Keywords: *Adhesive, Bio Briquettes, Coconut Shell, Sugarcane Bagasse, Taguchi*

## PENDAHULUAN

Energi memiliki peran vital dalam berbagai kegiatan ekonomi dan kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, Indonesia saat ini membutuhkan sumber energi yang cukup besar karena sebagai negara industri, sebagian besar energi yang digunakan berasal dari bahan bakar fosil, yaitu minyak bumi, batu bara, dan gas. Bahan bakar fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui dan menghasilkan emisi, sehingga jika digunakan secara terus menerus akan habis dan berdampak pada kerusakan lingkungan. Untuk mengantisipasi hal tersebut perlu adanya bahan bakar alternatif yang mudah didapat dan murah.

Sampah merupakan masalah yang kompleks baik dari segi ekonomi, sosial, budaya, dan kesehatan. Untuk mengatasi masalah tersebut, menerapkan proses daur ulang untuk menghasilkan produk yang bernilai dari bahan limbah yang dibuang.

Salah satu cara untuk mengatasi kedua masalah tersebut adalah dengan memproduksi bahan bakar alternatif dari biobriket karbon dari sampah organik, antara lain tempurung kelapa dan ampas tebu. Biobriket tempurung kelapa dan ampas tebu dapat menjadi bahan bakar alternatif untuk berbagai keperluan. Biobriket tempurung kelapa lebih disukai karena memiliki kalori energi sebesar 7.340 kalori, menghasilkan panas yang lebih besar dibandingkan biobriket arang biasa (Nurdiansyah, 2013).

Penyebaran tanaman kelapa yang luas di Indonesia dan banyaknya industri kecil dan rumah tangga yang menggunakan kelapa sebagai bahan dasar menghasilkan limbah tempurung kelapa. Oleh karena itu, pemanfaatan tempurung kelapa untuk pembuatan bio briket dapat mengatasi masalah limbah tersebut (Maryono, 2013).

Ampas tebu atau bagasse merupakan hasil samping dari proses ekstraksi tebu. Berdasarkan analisis kimia, ampas tebu memiliki komposisi kimia yaitu, 3,28% abu, 22,09% lignin, 37,65% selulosa, 1,81% sari buah, 27,97% pentosan, dan 3,01% SiO<sub>2</sub>. Ampas tebu ini menghasilkan sebanyak 32% dari berat tebu yang digiling. Ampas tebu yang mengandung 2,5% gula memiliki nilai kalori sebesar 1.825 kkal. Jika kandungan airnya dikurangi hingga 40% dengan teknologi pengeringan, maka nilai kalori ampas tebu dapat meningkat menjadi 2.305 kkal (Indriani, 1992).

Metode Taguchi diperkenalkan oleh Dr. Genichi Taghuci pada tahun 1940. Metode ini merupakan metodologi baru di bidang teknik yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dan proses serta mengurangi biaya dan sumber daya seminimal mungkin (Soejanto, 2009). Desain eksperimen orthogonal array, modifikasi dari desain faktorial fraksional yang dilengkapi dengan transformasi respon berupa rasio signal-to-noise (S/N ratio), menjadi penemuan Taguchi yang paling fenomenal.

Proses pirolisis adalah proses penguraian secara kimiawi dengan menggunakan pemanasan tanpa oksigen. Metode ini dapat mengurangi sampah plastik hingga 90%. Bio-oil yang dihasilkan dari pirolisis biomassa dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Produk yang diperoleh dari proses ini adalah gas, minyak, dan arang (Atsna, 2022).

Dari uraian di atas, peneliti tertarik untuk menggunakan limbah tempurung kelapa dan ampas tebu sebagai bahan baku dalam pembuatan bio briket dari campuran tempurung kelapa dan ampas tebu dengan perekat tepung tapioka menggunakan metode penelitian Taguchi dengan proses pirolisis.

## METODE PENELITIAN

### Persiapan bahan dan alat

Penelitian terapan ini akan dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia (OTK) Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa dan ampas tebu dengan perbandingan 6:4. Bahan-bahan limbah tersebut diperoleh dari Magetan, Jawa Timur. Mereka kemudian menggunakan perekat kanji dengan kadar 10%. Peralatan yang digunakan dalam proses pembriketan antara lain seperangkat alat pirolisis, ayakan 60 mesh, cawan porselen, loyang alumunium, termometer, mesin pengepres bio

briket, crusher, timbangan, stopwatch, cangkul, bak, pengaduk, tanur, alat pencacah, oven. Peralatan untuk pengujian nilai kalor adalah seperangkat alat kalorimeter bom.

### Pyrolysis Process

Proses pirolisis dilakukan dalam kondisi terbatas pada pemanasan tanpa suhu yang terkontrol. Pembakaran bahan baku arang hingga menyala pada temperatur 400 °C, 500 °C, dan 600 °C dengan waktu pirolisis 120 menit, 60 menit, dan 90 menit. Kemudian, uap hasil proses pirolisis dialirkan ke kondensor melalui pipa tembaga dan ditampung dalam botol penampung asap.

### Pembriketan

Bahan baku yang digunakan adalah tempurung kelapa, ampas tebu, dan tepung tapioka. Limbah tempurung kelapa dan ampas tebu ditimbang dengan perbandingan 6:4 dari total berat briket (600 g) untuk cetakan sarang lebah (kotak) dan 100 g untuk cetakan silinder. Selanjutnya, perekat ditambahkan sebanyak 10%, dicampur dengan air, dan dipanaskan dalam tungku listrik. Bahan-bahan tersebut diaduk hingga homogen. Campuran bahan dimasukkan ke dalam cetakan mesin press. Tekanan diatur dan divariasikan selama pengepresan yaitu 200 kg/cm<sup>2</sup> dan 225 kg/cm<sup>2</sup>. Biobriket yang telah tercampur dicetak menggunakan alat pencetak biobriket, dikeluarkan dari alat pencetak, dan dibiarkan selama 1x24 jam pada suhu ruang. Biobriket dipanggang di dalam oven dengan suhu 100 °C, 105 °C, dan 110 °C, dengan waktu 12 jam, 18 jam, dan 24 jam. Kemudian, bio-briket siap untuk digunakan dan dianalisis. Analisis yang dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, dan nilai kalor. Hasil nilai analisis yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan persamaan-persamaan dalam metode Taguchi.

### Metode Taguchi

Metode Taguchi dikembangkan berdasarkan pendekatan yang sama sekali berbeda dari metode konvensional dalam rekayasa kualitas. Dalam pengendalian kualitas, Taguchi telah menggabungkan filosofi utama dari industri manufaktur. Pendekatan Taguchi pada desain eksperimen diharapkan dapat mengembangkan kualitas yang kuat terhadap faktor noise (Thomas, 2011). Hasil dari eksperimen konfirmatori akan menentukan apakah tingkat faktor optimal yang diperoleh dapat diperluas ke skala industri.

### Analisis Proksimat

Analisis proksimat adalah menentukan kandungan unsur/zat dalam suatu sampel tanpa memperhatikan struktur senyawa yang sebenarnya. Pada penelitian ini dilakukan analisis moisture content, ash content, and volatile matter.

### 1. Inherent Moisture

Metode pengujian kadar air adalah sebagai berikut:

Cawan yang telah dibersihkan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, kemudian didiamkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang. Timbang masing-masing cawan dan massa sampel sebanyak 3 gram, kemudian sampel dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit, setelah itu ditimbang, kemudian ditimbang dan dikeringkan secara berulang sebanyak 9 sampel. Hitung kadar air (%) dengan persamaan:

$$\text{Inherent moisture (\%)} = \frac{c - d}{c - b} \times 100\%$$

### 2. Ash Content

Metode pengujian kadar abu adalah sebagai berikut:

Cawan porselen yang telah dibersihkan dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C, kemudian 3 g sampel ditimbang ke dalam cawan porselen tersebut. Bakar dengan menggunakan kompor listrik sebelum dimasukkan ke dalam tanur agar asapnya hilang, kemudian masukkan sampel pada suhu 600-800°C selama 3 jam hingga menjadi abu. Dinginkan cawan beserta isinya dalam desikator selama 15 menit, kemudian timbang untuk mendapatkan berat abu. Hitung kadar abu (%) dengan persamaan:

$$\text{Ash content (\%)} = \frac{d - b}{c - b} \times 100\%$$

### 3. Volatile Matter

Cara menguji materi yang mudah menguap adalah

Pertama, timbang massa cawan porselen, lalu masukkan ke dalam cawan, beri sampel sebanyak 3 g, lalu timbang. Panaskan ke dalam tanur pada suhu 750 °C selama 7 menit. Setelah itu, didinginkan dalam desikator selama ½ jam, lalu ditimbang. Hitung kadar zat yang menguap (%) dengan persamaan:

$$\text{Volatile matter (\%)} = \frac{c - d}{c - b} \times 100\% - IM$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam percobaan ini, empat faktor dan tiga level proses pembentukan biobriket digunakan: suhu pirolisis (400 °C, 500 °C, dan 600 °C), waktu pirolisis (120 menit, 60 menit, dan 90 menit), suhu pengeringan (100 °C, 105 °C, dan 110 °C), dan waktu pengeringan (12 jam, 18 jam, dan 24 jam). Notasi orthogonal array yang sesuai dengan penelitian ini adalah L9 (3<sup>4</sup>), yang mengindikasikan bahwa minimal sembilan percobaan penelitian akan dilakukan. Berikut ini adalah hasil pengolahan data analisis proksimat dengan metode Taguchi.

### Inherent Moisture

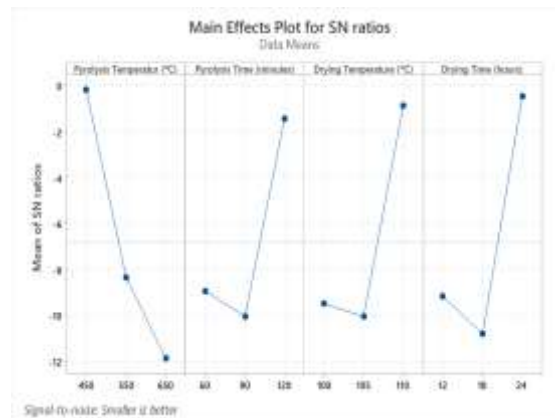


Figure 1. Effect of Main Factors Ratio SN Value of Inherent Moisture

Jenis SNR yang dipilih untuk kadar air arang semakin kecil semakin baik, sehingga level 1 dipilih sebagai level optimal. Parameter waktu pirolisis, temperatur pengeringan, dan waktu pengeringan menunjukkan tren yang sama untuk kadar air yang melekat, yaitu menurun seiring dengan meningkatnya level penelitian. Tipe SNR yang dipilih untuk kadar air arang semakin kecil semakin baik, sehingga level ke-3 dipilih sebagai level optimal, yaitu temperatur pirolisis 400 °C, waktu pirolisis 120 menit, temperatur pengeringan 110 °C, dan waktu pengeringan 24 jam. Faktor pengeringan sangat mempengaruhi kelembaban yang melekat pada bahan yang akan dipirolisis. Faktor pengeringan terdiri dari suhu dan waktu pengeringan. Semakin tinggi suhu pengeringan dan semakin lama waktu pengeringan, semakin rendah kelembaban yang melekat pada bahan. Semakin tinggi moisture inherent bahan, maka hasil cairan pirolisis yang diperoleh akan semakin besar (Sunarsih, 2012).

### Ash Content

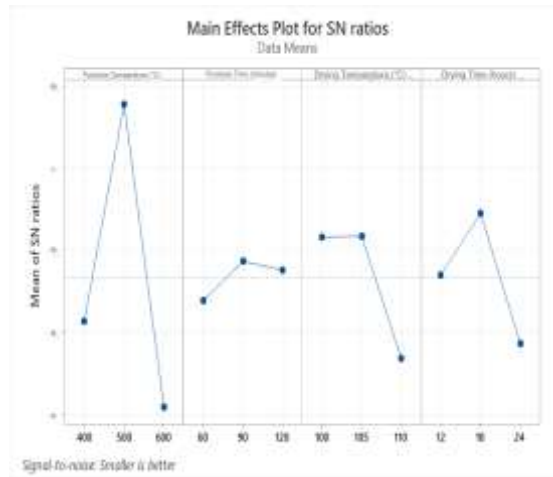


Figure 2. Effect of Main Factors Ratio SN Value of Ash Content

Jenis SNR yang dipilih untuk kadar abu arang adalah semakin kecil semakin baik, sehingga level ke-6 dipilih sebagai level optimal. Suhu pengeringan dan waktu pengeringan menunjukkan tren peningkatan kadar abu dan level percobaan. Dari segi kadar abu, level 6 merupakan level suhu pengeringan yang optimal karena memberikan kadar abu yang paling kecil, yaitu pada suhu pirolisis 500 °C, waktu pirolisis 120 menit, suhu pengeringan 100 °C dan waktu pengeringan 18 jam. Fengel dan Wegener (1995) mendefinisikan abu sebagai jumlah yang tersisa setelah pembakaran bahan organik yang komponen utamanya adalah zat-zat mineral, kalium, magnesium, dan silika. Abu yang terkandung dalam bahan bakar padat adalah mineral yang tidak mudah terbakar yang tersisa setelah proses pembakaran atau reaksi yang menyertainya selesai. Abu menurunkan kualitas bahan bakar karena mengurangi nilai kalor (Yuwono, 2009).

#### Volatile Matter

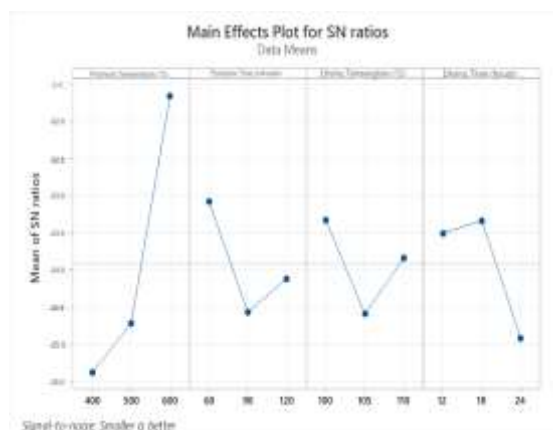


Figure 3. Effect of Main Factors Ratio SN Value of Volatile Matter

Jenis SNR yang dipilih untuk volatile matter adalah semakin kecil semakin baik, sehingga level 1 dipilih sebagai level optimal. Sementara itu, parameter waktu pengeringan

menunjukkan tren penurunan pada level 2 dan kemudian naik lagi pada level 3. Level ke-2 merupakan level optimal untuk waktu pengeringan. Kondisi optimal untuk volatile matter adalah A3B3C3D2, yaitu temperatur pirolisis 600°C, waktu pirolisis 120 menit, temperatur pengeringan 105°C, dan waktu pengeringan 12 jam. Bahan yang mudah menguap antara lain hidrogen, hidrokarbon (C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>), CH<sub>4</sub>, dan CO. Unsur hidrokarbon akan menyebabkan kadar volatile matter semakin tinggi sehingga briket arang akan menjadi mudah terbakar (Fengel & Wegener, 1995). Arang dengan kadar volatile matter yang tinggi akan cepat terbakar, tetapi asap dan arang dengan kadar volatile matter yang rendah akan sulit terbakar dan hanya menghasilkan sedikit asap. Kadar zat mudah menguap diklasifikasikan sebagai rendah jika kurang dari 30% (Sudrajat, 1993).

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Operasi Teknik Kimia (OTK) Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, dapat disimpulkan bahwa potensi pengembangan produk briket bio arang dari limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif sangat besar dan berpeluang. Selain itu, hasil uji proksimat telah memenuhi SNI. Metode Taguchi yang digunakan untuk menentukan pengaturan parameter yang tepat pada proses pembuatan briket dapat menghasilkan kombinasi parameter terbaik sebagai model dan acuan dalam pembuatan briket dalam skala yang lebih besar. Dengan demikian, masalah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh sampah dapat diminimalisir dengan mengolah sampah menjadi briket yang ekonomis dan ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atsna, H. A. (2022). *Pyrolysis is Tools, Types, & Differences with Gasification*, Semarang.
- Fengel, D., Wegener, G. (1995) *Wood Chemistry Ultrastructure Chemical Reactions*, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Indriani, S. (1992). *Manufacture of Biobriquettes from Sugarcane Bagasse Waste*, University of North Sumatra, Medan.
- Maryono. (2013). Manufacture and Quality Analysis of Coconut Shell Charcoal Briquettes in Terms of Starch Content. *Journal of Chemical*, pp. 74–83.
- Nurdiansyah, H. S. (2013). *Effect of Carbonization Temperature Variation and Physical Activation Temperature of Coconut Shell and Kluwak Shell Activated Carbon Electrode on Capacitance Value of Electric Double Layer Capacitor*, Sepuluh Nopember Institute of Technology, Surabaya.

- Sudrajat, R. S., Soleh (1993). *Technical Guidelines for Charcoal Making Activated Charcoal, Forestry Research and Development Agency, Bogor.*
- Sunarsih, Sri, Yuli, P., Yordanesa, S. (2012). *Effect of Temperature, Time and Moisture Content on the Preparation of Liquid Smoke from Solid Waste of Aren Starch, National Seminar on Science & Technology Application Technology (SNAST), Yogyakarta.*
- Thomas, Q. P. (2011). Development of a Trade-off Function for Robust Optimization Problems in Design Engineering. *Proceedings of the IMProVe: International Conference on Innovative Methods in Product Design*, pp. 603–6011.
- Yuwono, T. (2009). Effect of Addition of Igniters on Briquettes Charcoal from Jat Wood Powder Waste, *M.S. Thesis, Gadjah Mada University, Yogyakarta.*