

## **PENGARUH PENAMBAHAN KULIT DURIAN PADA PENGOLAHAN LIMBAH PERKEBUNAN KARET DENGAN METODE KARBONISASI MENJADI BRIKET DI WILAYAH POLOKARTO**

Ernastin Maria<sup>1</sup>, Joko Susilo<sup>2</sup>, Adik Nur Hidayat<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Yogyakarta  
Email: ernastinmaria@ity.ac.id

**Abstrak:** Limbah Perkebunan karet yang melimpah di wilayah Polokarto belum dimanfaatkan secara optimal dan dibiarkan membusuk dilapangan oleh karena itu perlu adanya pengolahan misalnya menjadi biobriket dengan metode karbonisasi dengan campuran kulit durian. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah perkebunan karet dengan penambahan kulit durian menjadi briket dengan metode karbonisasi dilakukan untuk mengurangi limbah perkebunan karet dan mengetahui seberapa besar nilai ekonomis yang dihasilkan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka diperoleh briket terbaik dengan komposisi perbandingan limbah perkebunan karet dan kulit durian 50% : 50% yang menghasilkan kadar abu sebesar 13.2643%, lama durasi waktu mendidihkan air 13.14 menit dan tanpa menghasilkan asap pembakaran. Untuk perhitungan menggunakan metode break event point (BEP), dibutuhkan sebanyak 4522 Kg briket yang terjual dalam waktu sekitar 5.12 bulan. Dari perhitungan didapatkan nilai NPV sebesar Rp 37.872340 lebih besar dari nilai project cost dijalankan. Dari perhitungan IRR didapatkan hasil IRR sebesar 28%. Karena IRR > 15% maka usaha dinilai menguntungkan dan layak untuk dijalankan.

**Kata Kunci :** Limbah Perkebunan Karet, Kulit Durian, Karbonisasi, Briket

**Abstract:** Since the abundant rubber plantation waste in the Polokarto area has not been optimally utilized and is decomposing in the field, it is necessary to process it, for example, into biobriquettes using the carbonization method with a mixture of durian skin. The purpose of this research is to reduce rubber plantation waste by trying to incorporate durian skin into briquettes using the carbonization method and determining how much economic profit is obtained. According to the result obtained of this study's analysis, the best briquettes were made with a 50%:50% composition ratio of rubber plantation waste and durian skin, which produced an ash content of 13.2643%, a boiling time of 13.14 minutes, and no combustion smoke. It takes 4522 kg of briquettes to calculate using the break event point (BEP) method, and they are sold in about 5.12 months. According to the calculations, the NPV value is Rp. 37.872340, which is relatively high than the project cost value. The IRR result is 28 % based on the IRR calculation. The business is considered profitable and feasible to run because the IRR is greater than 15%.

**Key Words :** *Plantation Waste Rubber, durian skin, carbonization, briquette*

## **PENDAHULUAN**

Saat ini Indonesia merupakan negara penghasil karet alam terbesar setelah Thailand. Pada tahun 2017, total areal perkebunan karet di Indonesia mencapai 3.229.861 ha, dengan total produksi sekitar 2,3 juta ton. Hasil survei (Nancy et al., 2013) bahwa potensi kayu karet hasil peremajaan, terutama milik petani (perkebunan rakyat), hanya sekitar 18% yang dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kayu karet. Angka ini hanya sebatas untuk memenuhi kebutuhan bahan baku kayu pertukangan, industri papan serat dan kayu lapis. Hal ini berarti bahwa terdapat sekitar 82% kayu karet yang belum dimanfaatkan secara optimal, hanya dibakar atau dibiarkan membusuk di lapangan. Oleh karena itu, kayu karet dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku perabotan rumah tangga, industri mebel, kayu bakar, dan bioenergi (Admojo & Setyawan, 2018). Biobriket memiliki karakteristik seperti batubara, namun biobriket merupakan bahan bakar terbarukan karena terbuat dari biomasa. Kelebihan biobriket dibandingkan dengan batubara diantaranya memiliki kadar belerang yang lebih sedikit sehingga emisi yang dihasilkan juga lebih sedikit, bersifat biodegradable sehingga tidak mencemari lingkungan, dan renewable.

Untuk mengatasi krisis energi, Indonesia harus berbenah diri dalam menyikapi hal ini. Penggunaan energi secara efisien dan kesadaran akan menggunakan bahan bakar alternatif merupakan sikap yang perlu dilakukan. Bahan bakar alternatif perlu dikembangkan secara terus menerus. Salah satu bahan bakar alternatif terbarukan yang dapat digunakan adalah biomassa. Berdasarkan permasalahan yang terjadi seperti yang terurai diatas, maka pemanfaatan limbah perkebunan karet dengan penambahan kulit durian menjadi briket dengan metode karbonisasi dilakukan untuk mengurangi limbah perkebunan karet dan mengetahui seberapa besar nilai ekonomis yang dihasilkan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Perkebunan Karet Kaliduren, Polokarto, Sukoharjo, Jawa Tengah. Pengambilan data dilakukan bulan Desember sampai dengan selesai. Sedangkan uji laboratorium dilakukan di CV Chemic Pratama.

### **Tahapan Penelitian**

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Tahap Pengumpulan Bahan Baku  
Bahan baku yakni Limbah Perkebunan Karet dan Kulit Durian dikumpulkan, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari sebelum dilakukan penimbangan.

- b. Tahap Penggarangan (Proses Karbonisasi)  
Proses bahan baku yang sudah dikeringkan dikarbonisasi supaya menjadi arang dengan menggunakan alat pirolisis.
- c. Tahap Penghalusan dan Pengayakan  
Tahap bahan baku yang sudah menjadi arang kemudian ditumbuk menjadi halus. Setelah bahan baku menjadi halus diayak menggunakan ayakan 60 mesh.
- d. Tahap pencetakan  
Serbuk arang yang sudah diayak kemudian dicampur dengan perekat Tepung Tapioka. Kemudian campuran dicetak menjadi briket dengan menggunakan alat penggepres.
- e. Pengeringan  
Tahap briket arang yang sudah dicetak kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering.
- f. Tahap Pengujian  
Tahap briket yang sudah kering diuji di Laboratorium untuk mengetahui karakteristik briket.

#### **Analisis data**

- a. Analisis Karakteristik Briket Limbah Perkebunan Karet

Analisis data dilakukan berdasarkan pengambilan sampel ditempat penelitian dan hasil pengukuran/pengujian laboratorium dari parameter-parameter yang ada sehingga diperoleh data primer. Data-data yang telah diperoleh dari hasil uji tersebut selanjutnya akan diolah dengan analisis statistik yaitu analisis regresi linier. Untuk membuktikan pengaruh penambahan kulit durian terhadap Briket Limbah Karet. Analisis data berupa grafik regresi linier menggunakan software Microsoft excel dengan variabel bebas yakni penambahan kulit durian digambarkan sebagai sumbu X dan variabel terikat atau yang dipengaruhi yakni kadar air, kadar abu dan lama waktu air mendidih digambarkan sebagai sumbu Y. kemudian dari grafik tersebut apabila nilai determinasi ( $R^2$ ) mendekati 1 maka penambahan kulit durian berpengaruh terhadap kualitas Briket dan sebaliknya apabila nilai determinasi ( $R^2$ ) mendekati 0 maka penambahan kulit durian memiliki pengaruh kecil/tidak berpengaruh terhadap kualitas Briket selanjutnya dilakukan analisa deskriptif dari hasil data tersebut.

- b. Analisis Kelayakan finansial

Analisis kelayakan finansial merupakan penelitian yang dilakukan secara mendalam guna menentukan kelayakan dari suatu jenis usaha yang akan dijalankan. Penentuan dalam perencanaan investasi dengan menghitung biaya dengan cara membandingkan antara pengeluaran dan pendapatan, seperti ketersediaan dana, modal yang diperlukan dalam investasi, kemampuan untuk membayar kembali dana tersebut dalam kurun waktu yan telah ditentukan, juga menilai apakah usaha tersebut dapat dikembangkan selanjutnya

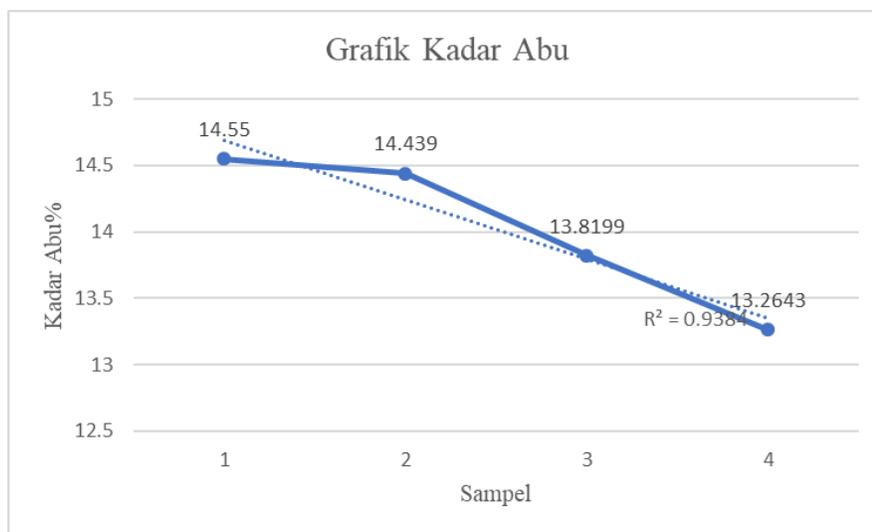
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Penambahan kulit durian terhadap kadar abu

Tabel 1. 1 Hasil Uji Kadar Abu

No	Campuran	Kadar Abu%			Rata-rata
		Pengulangan I	Pengulangan II	Pengulangan III	
1	Tanpa Campuran	14.7024	14.4096	14.5201	14.5500
2	90% : 10%	14.5816	14.3996	14.3360	14.4390
3	75% : 25%	13.9167	13.6627	13,8803	13.8199
4	50% : 50%	13.2476	13.2476	13.2977	13.2643

Sumber : Data Primer, 2022



Gambar 1. 1 Grafik Pengaruh Penambahan Kulit Durian Terhadap Kadar Abu

Dari Gambar 1.1 dapat terlihat bahwa komposisi briket yang belum dicampurkan dengan kulit durian memiliki kadar abu yang tinggi dibandingkan dengan briket yang telah dicampur dengan kulit durian. Hal ini diduga karena komposisi briket ranting karet yang memiliki kadar abu tinggi yaitu 14,55%, menjadi berkurang setelah ditambahkan kulit durian yang memiliki kadar abu yang rendah pada perbandingan komposisi sampel B 90 : 10 yakni 14,439%, sampel C 75 : 25 yakni 13,8199% dan sampel D 50:50 yakni 13,2643%. Dari Gambar 4.1 juga terlihat bahwa semakin banyak kulit durian dicampurkan kedalam arang, maka kadar abu pada briket akan semakin menurun. Hal ini sependapat dengan Ismayana (2011) yang menyatakan semakin tinggi kadar abu yang dimiliki bahan baku, dan semakin banyak komposisi kulit duriannya, maka kandungan abu yang dihasilkan briket akan semakin menurun.

Berdasarkan gambar 1.1 Kadar abu terendah diperoleh dari komposisi limbah perkebunan karet dan kulit durian 50% : 50% yakni 13,2643%, sedangkan kadar abu tertinggi diperoleh dari komposisi limbah perkebunan karet tanpa campuran kulit durian yakni 14,55% sehingga hasil regresi linier nilai  $R^2 = 0,9384$  yang menunjukkan bahwa penambahan kulit durian berpengaruh terhadap kadar abu briket meskipun dari semua sampel belum ada yang memenuhi SNI <8%.

Selain hal tersebut, perlakuan pembakaran kayu menjadi briket juga memberikan pengaruh terhadap kadar abu yang dihasilkan. Karbonisasi secara konvensional memberikan hasil analisa kadar abu yang tinggi, hal ini dikarenakan kayu yang dibakar secara konvensional memiliki kecenderungan berinteraksi dengan udara dilingkungan sehingga biomassa terdekomposisi menjadi abu.

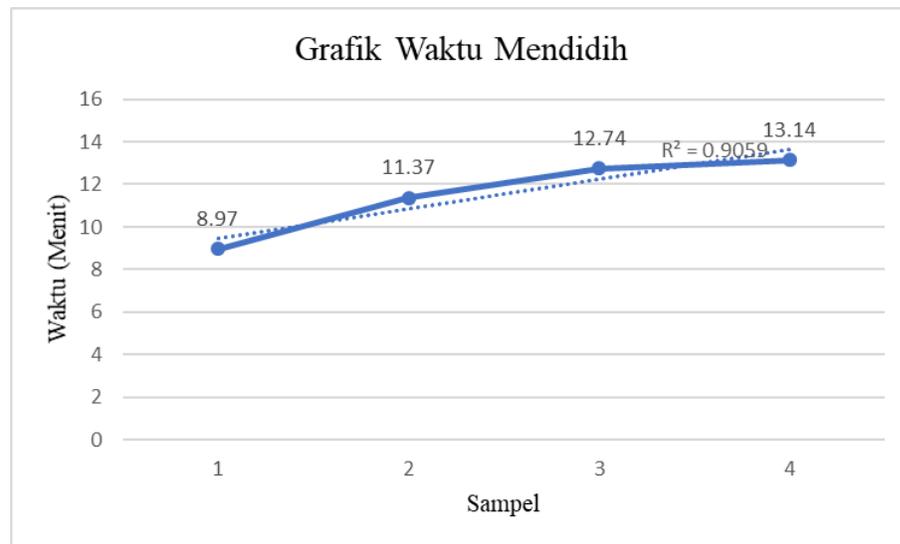
### **Pengaruh penambahan kulit durian terhadap lama waktu didih air**

Tabel 1. 2 Hasil Uji Lama Waktu Mendidihkan Air

No	Campuran	Waktu (Menit)			Rata-rata
		Pengulangan I	Pengulangan II	Pengulangan III	
1	Tanpa Campuran	9.09	8.46	9.38	8.97
2	90% : 10%	9.59	13.19	11.35	11.37
3	75% : 25%	12.40	12.37	13.47	12.74

4      50% : 50%      12.52      13.43      13.49      13.14

Sumber : Data Primer, 2022



Gambar 1. 2 Grafik pengaruh penambahan kulit durian terhadap waktu mendidihkan air

Dari gambar 1.2 terlihat bahwa komposisi briket yang belum dicampurkan dengan kulit durian memiliki waktu mendidihkan yang cepat dibandingkan dengan briket yang telah dicampur dengan kulit durian. Hal ini diduga karena komposisi briket ranting karet yang memiliki kadar waktu tercepat yaitu 8,97 menit, menjadi meningkat setelah ditambahkan kulit durian yang memiliki waktu mendidihkan air lebih lama pada perbandingan komposisi sampel B 90 : 10 yakni 11,37 menit, sampel C 75 : 25 yakni 12,74 menit dan sampel D 50:50 yakni 13,14 menit.

Berdasarkan gambar 1.2 waktu mendidihkan air tercepat diperoleh dari komposisi limbah perkebunan karet tanpa campuran yakni 8,97 menit, sedangkan waktu mendidihkan air terlama diperoleh dari komposisi limbah perkebunan karet dengan campuran penambahan kulit durian 50 : 50 yakni 13,14 menit sehingga hasil regresi linier nilai  $R^2 = 0,9059$  yang menunjukkan bahwa penambahan kulit durian berpengaruh terhadap waktu lama mendidihkan air.

Waktu mendidihkan air menjadi lebih lama biasanya disebabkan masih tingginya kadar abu briket. Dikarenakan Abu (ash) merupakan residu yang tersisa setelah proses pembakaran. Mineral yang tidak dapat terbakar akan tertinggal dan menjadi abu, abu ini dapat menurunkan nilai kalor dan menyebabkan kerak pada peralatan. Sehingga, persentase abu yang diijinkan tidak boleh terlalu besar (Thoha, 2010). Penyebab lainnya adalah masih tingginya kadar air yang ada dikulit durian yang menyebabkan laju pembakaran briket

menjadi lebih lama. Menurut (Fitri,2017) Kadar air bahan bakar padat ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam bahan bakar padat dengan berat kering bahan bakar padat tersebut. Semakin besar kadar air yang terdapat pada bahan bakar padat maka nilai kalornya semakin kecil, begitu juga sebaliknya.

### **Pengaruh Penambahan Durian terhadap Asap Pembakaran**

Pengujian asap pembakaran yang dihasilkan briket dilakukan dengan cara manual yakni melihat objek penelitian langsung apakah briket mengeluarkan asap pembakaran atau tidak.

Tabel 1. 3 Hasil Uji Asap Pembakaran

No	Campuran	Asap Pembakaran		
		Pengulangan I	Pengulangan II	Pengulangan III
1	Tanpa Campuran	ada	ada	Ada
2	90% : 10%	ada	ada	Ada
3	75% : 25%	Sedikit	Sedikit	Sedikit
4	50% : 50%	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada

Sumber : Data Primer, 2022

Dari tabel 1.3 menunjukkan bahwa briket dengan perbandingan komposisi sampel A yakni limbah perkebunan karet tanpa campuran dan sampel B komposisi 90% : 10% campuran kulit durian menghasilkan asap pembakaran. Sedangkan sampel C dengan komposisi limbah perkebunan karet dan kulit durian 75% : 25% hanya menimbulkan sedikit asap pembakaran. Dan sampel D dengan komposisi limbah perkebunan karet dan kulit durian 50% : 50% tidak menimbulkan asap pembakaran. Hal ini sesuai dengan penelitian (Irhamni, 2019) bahwa briket yang terbuat dari kulit durian memiliki keunggulan daripada briket kayu dikarenakan tidak menghasilkan asap pembakaran sehingga lebih ramah lingkungan.

Thoha (2010) menyatakan dalam penelitiannya bahwa asap pembakaran dipengaruhi oleh tingginya Volatile matter (kandungan zat terbang), , semakin besar kadar volatile matter maka semakin mudah briket menyala dan sebagai efek sampingnya asap yang dihasilkan juga bertambah banyak. Kandungan zat terbang mempengaruhi kesempurnaan pembakaran dan intensitas nyala api. Kandungan zat terbang yang tinggi akan lebih mempercepat pembakaran bahan karbon dan sebaliknya. Rasio antara kandungan karbon tertambat dengan kandungan

zat terbang dinyatakan sebagai fuel ratio. Semakin tinggi fuel ratio maka jumlah karbon yang tidak terbakar semakin banyak.

### Kelayakan bisnis

Tabel 1. 4 Rancangan Bisnis Briket

<b>RANCANGAN KEUANGAN BISNIS</b>	
Asumsi	
Harga Briket	8500
Produksi Briket	100 Kg/hari
Investasi Alat	Biaya
Alat Karbonisasi (50 Kg)	Rp 1,800,000.00
Mesin Cetak	Rp 1,000,000.00
Molen/Pengaduk	Rp 500,000.00
Ayakan	Rp 200,000.00
Sekop 3 buah	Rp 120,000.00
Timbangan (10 Kg)	Rp 200,000.00
Ember 4 buah	Rp 250,000.00
Alat Jemur	Rp 500,000.00
Transport Operasioanl	Rp 10,000,000.00
<b>Total</b>	<b>Rp 14,570,000.00</b>
Biaya Produksi per Bulan	Biaya
Tepung Tapioka (Rp 10000 x 5 Kg x 26 Hari)	Rp 1,300,000.00
Gaji Pegawai ( 4 orang x 1800000)	Rp 7,200,000.00
Gaji Pengepul ( 4 orang x 1800000)	Rp 7,200,000.00
Biaya Listrik dan Air	Rp 1,000,000.00
Biaya Transportasi	Rp 600,000.00
Biaya <i>Overhead</i>	Rp 500,000.00
<b>Total</b>	<b>Rp 17,800,000.00</b>
Biaya per-Kg	Rp 4,564.10
Pendapatan per-Bulan	
8500 x 100 Kg x 26	Rp 22,100,000.00
Laba Bersih	
Pendapatan - Biaya Produksi	Rp 4,300,000.00

Pada tabel 1.4 informasi harga-harga yang tertera didapatkan dari harga yang ada dipasaran pada umumnya, yang diketahui baik melalui observasi secara langsung maupun dengan menggunakan media internet. Pada tabel diketahui rencana biaya investasi

perlengkapan dalam menunjang usaha bisnis sebesar Rp 21.570.000, biaya produksi untuk satu bulan sebesar Rp 17.800.000, dengan penjualan perbulan sebesar 100 kg yaitu Rp 22.100.000 dan laba bersih setelah penjualan dikurang dengan biaya produksi didapatkan laba bersih selama sebulan sebesar Rp 4.300.000.

a. *Net Present Value* (NPV)

Dari perhitungan NPV syarat usaha dikatakan layak bila nilai  $NPV > Project\ cost$  atau  $NPV - Project\ cost > 0$ . Dari perhitungan dengan  $i = 10\%$  dan  $Project\ cost$  Rp 51.600.000 didapatkan nilai NPV sebesar Rp 72.743.553, sehingga usaha dapat dikatakan layak untuk dijalankan.

b. *Internal Rate of Return* (IRR)

Suatu usaha dapat dinilai layak apabila  $IRR > MRR$ . Diasumsikan  $MRR = 15\%$ , karena  $IRR > 15\%$  yakni  $28\%$ , maka usaha dinilai menguntungkan dan layak dijalankan.

c. *Break Event Point* (BEP)

Dari perhitungan data hasil secara ekonomi menggunakan *Break Event Point* (BEP), diketahui untuk mendapatkan modal kembali dibutuhkan sebanyak 4522 Kg briket yang terjual dalam waktu sekitar 5.12 bulan pada pendapatan Rp 37.872.340

## SIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka diperoleh briket terbaik dengan komposisi perbandingan limbah perkebunan karet dan kulit durian 50% : 50% yang menghasilkan kadar abu sebesar 13.2643%, lama durasi waktu mendidihkan air 13.14 menit dan tanpa menghasilkan asap pembakaran. Untuk perhitungan menggunakan metode break event point (BEP), dibutuhkan sebanyak 4522 Kg briket yang terjual dalam waktu sekitar 5.12 bulan. Dari perhitungan didapatkan nilai NPV sebesar Rp 37.872340 lebih besar dari nilai project cost dijalankan. Dari perhitungan IRR didapatkan hasil IRR sebesar 28%. Karena  $IRR > 15\%$  maka usaha dinilai menguntungkan dan layak untuk dijalankan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Admojo, L., & Setyawan, B., "Potensi Pemanfaatan Lignoseluosa Dari Biomassa Kayu Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.), "Warta Perkaretan, 37(1), 39–50, 2018.
- Elfianto, E., Subekti, P., Sadil, A., "Analisa Proximate dan Nilai Kalor pada Briket BioArang Limbah Ampas Tebu dan Arang Kayu," Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Islam : Riau, Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Pasisir : Pengaraian, 2014.
- Irhamni, I., Saudah, S., Diana, D., Ernilasari, E., Suzanni, M. A., & Israwati, I., "Karakteristik Briket yang Dibuat<sup>186</sup> dari Kulit Durian dan Perekat Pati Janeng,"Jurnal Kimia Dan Kemasan, 41(1), 11, 2019.

- Kalsum, U., "Pembuatan Briket dari Campuran Limbah Tongkol Jagung, Kulit Durian dan Serbuk Gergaji Menggunakan Perekat Tapioka," *Distilasi*, 1(1), 42–50, 2016.
- Lestari, L., Aripin, Yanti, Zainudin, Sukmawati, Marlioni, "Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung yang Menggunakan Bahan Perekat Sagu dan Kanji," *Jurnal Aplikasi Fisika*, vol. 6 no.2, 2010.
- Musabbikhah, Saptoadi, H., Subarmono, & Arif Wibisono, M., "Optimasi Proses Pembuatan Briket Biomasa Menggunakan Metode yang Ramah Lingkungan ( Optimization of Biomass Briquettes Production Process Using Taguchi Method to Fulfill The Need of Environment Friendly Alternative Fuel," *Diterima : 15 Desember 2014. J. Manusia Dan Lingkungan*, 22(1), 121–128, 2015.
- Putro, S., Musabbikhah, dan Hartati, S., "Variasi Parameter Biomassa untuk Meminimasi Kadar Air Biobriket Guna Menciptakan Energi Alternatif yang Murah dan Ramah Lingkungan," *Prosiding Simposium Nasional RAPI ke XII*, 5 Desember 2013, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, hal 79-86, 2013.
- Qistina, I., Sukandar, D., & Trilaksono, T., "Kajian Kualitas Briket Biomassa dari Sekam Padi dan Tempurung Kelapa," *Jurnal Kimia Valensi*, 2(2), 136-142, 2016.
- Nancy, C., Agustina, D. S., & Syarifa, L. F., "Potensi Kayu Hasil Peremajaan Karet Rakyat Untuk Memasok Industri Kayu Karet (Studi Kasus Di Provinsi Sumatera Selatan)," *Jurnal Penelitian Karet*, 31(1), 68, 2013.
- Rustamaji, H., "Bahan Bakar Padat dari Biomassa Bambu dengan Proses Torefaksi dan Densifikasi," *Jurnal Rekayasa Proses*, 3(2), 26–29, 2012.
- Samsinar, S., Saleh, A., & Rustiah, W., "Penentuan Nilai Kalor Briket dengan Memvariasikan Berbagai Bahan Baku," *Al-Kimia*, 4(2), 64–72, 2016.
- Soolany, C., "Penerapan Teknologi Pembuatan Arang Dari Cangkang Kakao Menggunakan Drum Kiln Sebagai Alternatif Bahan Bakar," *Ratih: Jurnal Rekayasa Teknologi Industri Hijau*, 3(2), 8, 2018.
- Tjahjono T., Subroto, Rachman A., "Analisis Pengaruh Pembakaran Briket Campuran Ampas Tebu dan Sekam Padi dengan Membandingkan Pembakaran Briket Masing-Masing Biomass, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*," Vol. 17(1), Januari 2016.
- Wilasita, D.C., and R. Purwaningsih, "Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Dan Tempurung Kelapa Menjadi Briket Sebagai Sumber Energi Alternatif Dengan Proses Karbonisasi Dan Non Karbonisasi," *Laboratorium Pengolahan Limbah Industri, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS, Surabaya*, 2014.
- Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & Ulfi, K., "Penentuan Kadar Air Hilang Dan Volatile Matter Pada Bio-Briket Dari Campuran Arang Sekam Padi Dan Batok Kelapa," *JlIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 1(1), 51-57, 2017.
- Yuwono, T., Musabbikhah, dan Suhartoyo., "Variasi Komposisi Limbah Jarak Pagar, Limbah Pertanian, Tekanan Pengepresan dan Waktu Pengeringan untuk

Mengoptimalkan Kuat Tekan Biobriket dalam Rangka Mewujudkan Masyarakat Mandiri Energi,” Jurnal Eksplorasi, 23(1):84-93,2011