

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA TUNGKU *DRUM KILN* PADA PROSES PRODUKSI ARANG KULIT DURIAN SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKAR

Christian Soolany^{1*}, Fadly¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, UNUGA CILACAP

ABSTRAK

Populasi manusia dan berkembangannya perekonomian berdampak terhadap meningkatnya konsumsi energi yang digunakan dalam kehidupan sehari - hari. Penggunaan konsumsi terbesar energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Sumber bahan bakar fosil memiliki jumlah yang terbatas, apabila dikonsumsi secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan krisis energi. Hal ini dikarenakan sifat dari energi fosil yang membutuhkan waktu yang lama untuk dapat diperbaharui. Oleh sebab itu, pemanfaatan bioenergi perlu dikembangkan secara optimal. Bioenergi adalah energi terbarukan yang didapatkan dari sumber-sumber biologis, umumnya adalah biomassa. Salah satu alternatif energi dari pengolahan biomassa adalah arang yang dapat digunakan untuk bahan bakar. Biomassa yang banyak digunakan saat ini adalah berasal dari kayu dan tempurung kelapa, potensi lain yang belum dioptimalkan yaitu limbah kulit durian. Pembuatan arang umumnya menggunakan *drum kiln*, namun *drum kiln* yang biasa digunakan oleh masyarakat mempunyai beberapa permasalahan, yaitu proses penyalaan awal yang sulit, waktu proses pengarangan yang lama, dan banyaknya panas yang hilang ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang *drum kiln* yang sesuai dengan karakteristik biomassa yang digunakan untuk proses pengarangan dan menghasilkan kualitas arang kulit durian yang sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan. Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun dengan melakukan identifikasi karakteristik kulit durian dan melakukan perancangan konsep *drum kiln* yang dirancang dan melakukan uji kinerja dengan variabel yang dihitung yaitu kadar air, kadar abu, senyawa volatil, dan nilai kalor. Nilai dari hasil uji kinerja *drum kiln* diperoleh nilai kadar air 14.53 %, kadar abu 12.06 %, senyawa volatil 18.44 %, nilai kalor 4648.46 kal/g.

Kata kunci : arang kulit durian; *drum kiln*; energi alternatif; kulit durian

ABSTRACT

Human population and economic development have an impact on the increased consumption of energy used in daily life. The biggest use of energy is derived from fossil fuels. Fossil fuel sources have a limited amount if consumed continuously over a long period will result in an energy crisis. This is because of the nature of fossil energy that requires a long time to be renewable. Therefore, the use of bioenergy needs to be developed optimally. Bio-energy is renewable energy obtained from biological sources, generally biomass. One alternative energy from biomass processing is charcoal that can be used for fuel. The biomass that is widely used today is derived from wood and coconut shell, another potential that has not been optimized is durian rind waste. Charcoal making generally uses kiln drums, but kiln drums that are commonly used by the community have several problems, namely a difficult initial ignition process, a long charcoal processing time, and the amount of heat lost to the environment. This study aims to design drum kilns that are suitable with the characteristics of the biomass used for the charcoal process and to produce quality durian skin charcoal following established quality standards. This research uses the design method by identifying the characteristics of durian husk and designing the design of the drum kiln that is designed and performing performance tests with calculated variables, namely water content, ash content, volatile compounds, and heat value. The value of the kiln drum performance test results obtained the value of water content of 14.53%, the ash content of 12.06%, volatile compounds 18.44%, the heating value of 4648.46 cal / g.

Keywords: durian rind charcoal; *drum kiln*; alternative energy; durian husk

*Penulis Korespondensi

Email: christiansoolany@gmail.com

Diterima 24 Juli 2020; Penerimaan hasil revisi 08 September 2019; Disetujui 9 September 2020

Tersedia online 30 September 2020

AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin © 2020

1. PENDAHULUAN

Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat berubah wujudnya. Oleh sebab itu, energi memiliki peran penting dalam ketahanan suatu Negara. Penggunaan energi yang bersifat *non renewable* yang dari waktu ke waktu selalu meningkat membuat terjadinya kelangkaan energi. Hal ini mendorong pemerintah membuat kebijakan - kebijakan dalam mengatasi permasalahan tersebut untuk menjamin ketersediaan energi. Salah satu kebijakan yang telah dibuat pemerintah guna mengatasi kelangkaan energi yaitu dengan pembatasan eksplorasi minyak bumi secara besar – besaran dan mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang bersifat *renewable*. Biomassa adalah bahan organik sisa proses atau sisa bungan sampingan. Limbah buangan dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif (Soolany, 2018).

Biomassa merupakan energi terbarukan yang perlu banyak dikembangkan secara optimal untuk mengatasi berkurangnya persediaan energi fosil. Biomassa dibagi menjadi dua golongan yaitu kayu dan non kayu (Cheng et al., 2016). Arang merupakan salah satu alternatif bahan bakar.

Proses pembuatan arang atau karbonisasi diklasifikasikan menjadi 4 (empat) cara atau metode, antara lain *earth pit kiln*, *drum kiln*, *brick kiln*, *drum kiln* dengan *reverse draught* (Wijaya, 2007). Metode yang umum digunakan oleh pelaku usaha pembuatan arang yaitu dengan *drum kiln*. Metode ini banyak digunakan karena biaya yang relatif murah dan tidak terikat lokasi atau proses karbonisasi dengan *drum kiln* dapat dipindahkan. Namun, pembuatan arang yang dilakukan oleh para pelaku usaha pembuatan arang memiliki beberapa kelemahan, antara lain, proses karbonisasi atau pengarangan yang lama dan pembakaran arang yang tidak merata. Penelitian mengenai *drum kiln* untuk proses pembuatan arang sudah banyak dilakukan, dimulai dari Wijaya (2007), melakukan rancang bangun *drum kiln* dengan bahan baku tempurung kelapa, Soolany (2018) melakukan rancang bangun *drum kiln* dengan bahan baku tempurung kelapa, Soolany (2018), melakukan penelitian rancang bangun *drum klin* dengan bahan baku cangkang kakao. Penelitian - penelitian tersebut didapatkan informasi yaitu untuk mendapatkan hasil arang yang baik harus memperhatikan komposisi udara yang masuk kedalam ruang pembakaran dari *drum kiln* yang akan dirancang serta meminimalisir kehilangan panas dari ruang pembakaran kelingkungan untuk selama proses karbonisasi.

Penelitian kali ini bertujuan bagaimana merancang *drum kiln* yang baik dengan analisis

rancangan fungsional, rancangan struktural dan uji mutu arang dengan bahan baku limbah kulit durian. Penggunaan limbah kulit durian, dilandasi bahwa durian merupakan tanaman musiman yang tumbuh subur di Indonesia. Jika musim panen durian tiba, akan menimbulkan permasalahan baru yaitu penumpukan kulit durian. Selama ini kulit durian belum diolah secara optimal. Oleh sebab itu, penelitian kali ini, melakukan kajian dari karakteristik durian dan melakukan perhitungan matematis untuk merancang *drum kiln* yang sesuai.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan kegiatan rancang bangun, yang melakukan perhitungan disain berdasarkan sifat fisik dari kulit durian dan analisis perhitungan berdasarkan rancangan fungsional dan rancangan struktural.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, tahap pertama tahap perancangan *drum kiln* dan tahap kedua yaitu pengujian *drum kiln*. Untuk tahap perancang menggunakan las listrik, *roller*, gerinda tangan, dan jangka sorong. Untuk pengujian *drum kiln* menggunakan termokopel tipe K (CA), sensor LM 35, anemometer, thermometer raksa dan *stopwatch*.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari; plat besi 5 mm, besi cor, asbestos, dan kulit durian.

Variabel Pengukuran

Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi, pengukuran suhu pada sistem, suhu lingkungan dan kecepatan angin. Untuk analisis perhitungan meliputi analisis kehilangan panas, efisiensi sistem tungku pembakaran, kapasistas pengarangan. Untuk uji mutu arang, pengukuran yang dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, senyawa volatil, dan nilai kalor.

- Efisiensi sistem tungku pembakaran

$$E_{fi} = \frac{q_e}{q_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana,

$$q_{efe} = \text{Panas efektif (J/s)}$$

$$q_{in} = \text{Panas pembakaran (J/s)}$$

- Kapasitas pengarangan

$$\text{Kapasitas} = \frac{\sum \text{bahan yang matang}}{\text{waktu karbonisasi}} \dots\dots\dots(2)$$

- Kadar air

$$\text{KA}(\%) = \frac{m_a - m_b}{m_a} \times 100 \% \dots\dots\dots(3)$$

m_a = Bobot bahan sebelum dikeringkan dalam oven (g)
 m_b = Bobot bahan setelah dikeringkan dalam oven (g)

- Kadar abu

$$\text{K.abu}(\%) = \frac{m_1}{m_2} \times 100 \% \dots\dots\dots(4)$$

m_1 = Bobot abu (g)
 m_2 = Bobot sampel yang dikeringkan (g)

• **Senyawa Volatil**

Senyawa volatil = kehilangan berat – kadar air

Prosedur Analisis Penelitian

Penelitian ini dimulai dari tahap perancangan, proses produksi, sampai dengan pengujian mutu arang kulit durian.

- Tahap perancangan
 Pada tahapan ini meliputi rancangan fungsional dan rancangan struktural dari *drum kiln* yang akan dibuat.

- **Rancangan Fungsional**
 Perancangan ini diterapkan untuk mengetahui fungsi dari setiap bagian *drum kiln*. Fungsi dari masing-masing bagian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan fungsional *drum kiln*

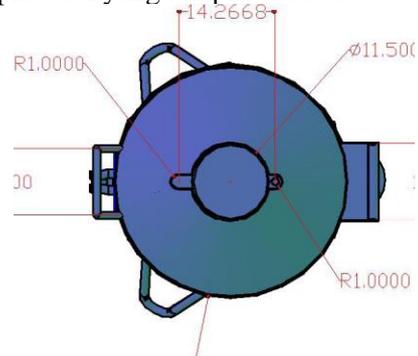
Bagian Alat	Fungsi
Cerobong	Sebagai jalan keluar bagi gas buang atau asap hasil pembakaran dari ruang pembakaran.
Ruang Pembakaran	Sebagai tempat berlangsungnya proses karbonisasi
Lubang Udara	Tempat untuk masuknya udara kedalam ruang pembakaran

• **Rancangan Struktural**

Bahan, bentuk, dan ukuran merupakan faktor penting pada proses perancangan *drum kiln*. Rancangan ini terdiri dari cerobong, ruang pembakaran dan lubang udara masuk.

- Cerobong

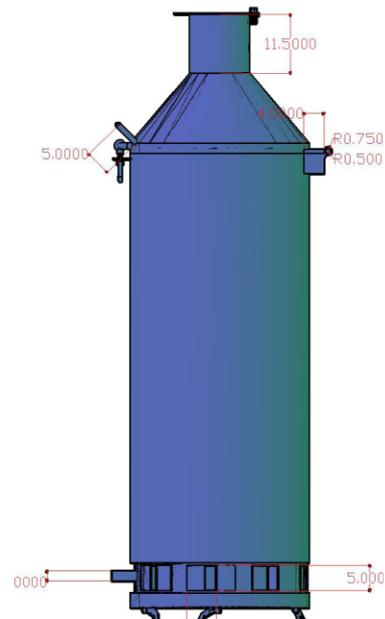
Bagian cerobong berbentuk silinder dengan tinggi 11.5 cm dan diameter bagian dalam 9.5 cm. Bagian cerobong juga terbuat dari plat besi yang dilapisi asbestos.



Gambar 1. Cerobong

- Ruang Pembakaran

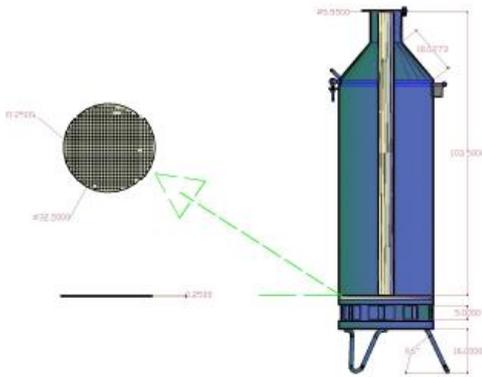
Ruang pembakaran berbentuk silinder dengan tinggi 80.2 cm dan diameter bagian dalam 32.5 cm. dinding ruang pembakaran terdapat tiga lapisan, lapisan pertama plat besi, lapisan kedua asbestos, dan lapisan ketiga plat beso.



Gambar 2. Ruang pembakaran

o Lubang Udara

Lubang masuk udara berbentuk persegi empat dengan dimensi 5 cm x 5 cm. Menurut Wijaya (2007) proses karbonisasi arang membutuhkan suplai udara pembakaran yang minimum agar karbon yang terkandung dalam arang tidak habis terbakar. Banyak sedikitnya pasokan udara kedalam *drum kiln* ini bergantung dari ukuran lubang masuk udara.



Gambar 3. Lubang udara

- Tahap proses produksi *drum kiln*
Setelah diperoleh gambar dari hasil analisis teknik, dilakukan proses pembuatan *drum kiln* sesuai dengan gambar rancangan. *Drum kiln* yang sudah dibuat, selanjutnya dilakukan uji kinerja. Pengujian ini dilakukan dengan mengisi ruang pembakaran dengan kapasitas volume penuh setara dengan 4 kg bahan baku kulit durian. Setelah terisi penuh dilakukan proses karbonisasi. Proses ini menggunakan pembakaran dalam dengan metode pirolisis.
- Tahap pengujian arang kulit durian
Arang yang dihasilkan dari proses karbonisasi selanjutnya dilakukan uji mutu arang. Nilai yang dihasilkan dari pengujian arang dijadikan indikator dari performansi *drum kiln* yang dirancang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan *drum kiln* ditunjukkan pada Gambar 5. *Drum kiln* terdiri dari cerobong, ruang pembakaran dan lubang udara.



Gambar 5. Alat pencetak briket pelet

Cara pengujian drum kiln dilakukan secara manual oleh tenaga manusia, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu karbonisasi. Lamanya waktu karbonisasi dihitung mulai dari penyalaan api sampai berakhirnya proses karbonisasi yang ditandai dengan menipisnya asap yang keluar dari cerobong drum kiln (Wijaya, 2007). Proses karbonisasi adalah suatu proses untuk menaikkan nilai kalor biomassa dan dihasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap (Nizamuddin et al., 2017).

Hasil uji kinerja dari *drum kiln* diperoleh nilai arang kulit durian ditunjukkan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis proksimat arang kulit durian

No.	Parameter Uji	Hasil Uji	Satuan
1	Kadar air	14.53	%
2	Kadar abu	12.06	%
3	Senyawa volatil	18.44	%
4	Nilai kalor	4648.46	kal/g

Gambar arang kulit durian yang dihasilkan menggunakan *drum kiln* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Arang kulit durian

Efisiensi Pembakaran

Efisiensi pembakaran merupakan perbandingan antara jumlah energi panas yang dihasilkan dengan nilai kalor sejumlah bahan bakar yang terbakar. Melalui perhitungan didapatkan energi panas yang tersedia adalah sebesar 127557.17 kJ. Besarnya energi ini ditentukan oleh massa bahan bakar dan nilai kalor bahan. Adapun nilai kalor dari tempurung kelapa adalah 18222.45 kJ/kg. Panas efektif yang dihasilkan dalam pembakaran sebesar 111117.77 kJ. Sehingga efisiensi pembakaran yang dihasilkan sebesar 87.11%. Penggunaan asbestos sebagai isolator di dinding ruang pembakaran sangat berperan dalam meminimalisir panas yang keluar melalui dinding ruang pembakaran, sehingga efisiensi pembakaran yang didapatkan cukup besar.

Menurut Ayo (2009) rancangan tungku menentukan sempurna tidaknya proses pembakaran berlangsung dan besarnya energi panas yang dapat dimanfaatkan atau dihasilkan oleh sistem tungku. Sempurna atau tidaknya pembakaran dipengaruhi oleh rancangan ruang pembakaran yang menentukan mudah tidaknya oksigen kontak dengan partikel karbon pada bahan bakar. Selain itu kelancaran proses pembakaran bahan bakar juga ditentukan oleh kelancaran pembuangan gas hasil pembakaran bahan bakar. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah bahan tungku dan kaitannya dengan proses pindah panas

yang terjadi selama pembakaran berlangsung didalam tungku. Makin besar pindah panas ke luar tungku, maka semakin besar energi panas yang terbuang yang bereaksi makin rendah efisiensi sistem tersebut.

Kapasitas Pengarangan

Berat total yang mampu ditampung oleh ruang pembakaran drum kiln adalah 4 kg. Proses karbonisasi yang telah dilakukan dengan alat ini rata-rata memerlukan waktu 20 menit. Penentuan waktu karbonisasi selama 20 menit berdasarkan pengamatan saat proses berlangsung (keluar asap tebal hingga menipis). Rata-rata hasil pengarangan dari 4 kg tempurung kelapa hanya menghasilkan arang sebanyak 1.23 kg. Artinya, kapasitas pengarangan dengan drum kiln ini sebesar 0.061 kg/menit.

Menurut Abdullah et al. (1991) faktor yang mempengaruhi pirolisa dan arang yang dihasilkan adalah: Komposisi bahan baku sangat berpengaruh terhadap rendemen dan mutu arang yang dihasilkan. Komposisi bahan baku yang beraneka ragam akan menghasilkan mutu arang kurang baik sebagai akibat laju penguraian bahan yang tidak seragam. Sifat fisik bahan baku yang dimaksud adalah densitas, konduktivitas, panas jenis dan permeabilitas bahan. Ukuran partikel mempengaruhi konduktivitas panas, panas jenis, energi panas.

Suhu dan laju pemanasan mempengaruhi laju konversi dan komposisi hasil pirolisa. Makin tinggi laju pemanasan, makin rendah rendemen arang yang dihasilkan. Makin rendah suhu pemanasan, makin besar rendemen yang dihasilkan.

Kadar Air

Kadar air arang dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat arang. Kadar air arang diukur berdasarkan basis basah, dilakukan dengan metode oven, kemudian didinginkan dalam desikator, dan ditimbang. Cara ini diulangi sampai berat bahan konstan (Yuliah, 2017).

Nilai kadar air kulit durian yang digunakan untuk pembuatan arang tempurung kelapa untuk semua perlakuan yaitu berkisar 17%-19%. Nilai kadar air akan mempengaruhi kualitas dari arang kulit durian yang dihasilkan. Semakin banyak air yang terkandung dalam arang kulit durian, maka penyalaan arang akan menjadi sulit dinyalakan (Qistina, 2016). Standar internasional kadar air dari biomassa yaitu 2%-5% (Thoha, 2010).

Kadar abu

Abu yang terdapat dalam arang merupakan kotoran yang tidak dapat terbakar. Abu ini dapat berupa tanah atau bahan mineral seperti silika. Pengukuran kadar abu merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kualitas dari arang. Kadar abu yang dihasilkan arang kulit durian sebesar 12.06 %. Perbandingan kadar abu dengan SNI yang menggunakan arang kulit durian belum diperoleh. Jika mengacu pada SNI arang dari tempurung kelapa kadar abu bekisar 2 - 5 %.

Senyawa volatil

Senyawa volatil atau zat mudah menguap merupakan material yang mudah menguap dalam arang yang biasanya terdiri dari metana, senyawa hidrokarbon, hidrogen dan gas yang tidak mudah terbakar seperti karbondioksida dan nitrogen (Wijaya, 2007). Kandungan senyawa volatil pada arang mempengaruhi parameter dari kualitas arang yang dihasilkan, semakin banyak kandungan volatile matter pada bioarang, maka arang semakin mudah untuk terbakar dan menyala (Kardono, 2009). Nilai senyawa volatile yang dihasilkan sebesar 18.44 %. Hal ini dapat dikatakan bahwa arang dari kulit durian mudah untuk penyalaan awal ketika akan digunakan sebagai bahan bakar.

Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh 1 g bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperatur 1 g air sebesar 1 °C dengan satuan kalori. Arang yang memiliki kadar karbon yang tinggi akan memiliki nilai kalor yang tinggi, karena dengan kadar karbon yang tinggi kandungan energi kimia yang dimiliki arang tinggi, sehingga akan baik digunakan sebagai bahan bakar.

Nilai kalor yang dihasilkan pada penelitian ini adalah 4648.46 kal/g. Nilai kalor penelitian ini memenuhi standar briket untuk rumah tangga yaitu > 4000 kal/g. sehingga arang kulit durian sangat mungkin untuk dijadikan alternatif bahan bakar.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Drum kiln yang dirancang untuk membuat arang dari kulit durian, sudah berjalan dengan baik. Hal ini ditunjukkan dari hasil analisis proksimat pengujian arang kulit durian yang dihasilkan. nilai kalor yang diperoleh sebesar 4648.46 kal/g dapat dijadikan dasar

untuk arang kulit durian digunakan sebagai alternatif bahan bakar.

Parameter lainya seperti kadar air dan senyawa volatile sudah masuk kedalam SNI arang dari biomassa. Namun untuk kadar abu yang dihasilkan masih diatas rata – rata standar.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan simulasi CFD untuk melihat perbandingan komposisi udara yang ideal di dalam ruang pembakaran.

REFERENSI

- Abdullah, K., Irwanto, A. K., Siregar, N., Agustina, E., Tambunan, A. H., Yamin, M., ... & Nelwan, L. O. (1991). Energi dan listrik pertanian. Laporan kerjasama dengan JICA. Institut Pertanian Bogor (Sirkulasi terbatas).
- Ayo, S. A. (2009). Design, construction and testing of an improved wood stove. *AUJT*, 13(1), 12-18.
- Cheng, Z., Yang, J., Zhou, L., Liu, Y., Guo, Z., & Wang, Q. (2016). Experimental study of commercial charcoal as alternative fuel for coke breeze in iron ore sintering process. *Energy Conversion and Management*, 125, 254-263.
- Kardono, P. (2009). Pengaruh variasi jumlah campuran perekat terhadap karakteristik arang briket batang jagung (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Nizamuddin, S., Baloch, H. A., Griffin, G. J., Mubarak, N. M., Bhutto, A. W., Abro, R., ... & Ali, B. S. (2017). An overview of effect of process parameters on hydrothermal carbonization of biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 1289-1299.
- Qistina, I., Sukandar, D., & Trilaksono, T. (2016). Kajian Kualitas Briket Biomassa dari Sekam Padi dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Kimia Valensi*, 2(2), 136-142.
- Soolany, C. (2018). Penerapan Teknologi Pembuatan Arang Dari Cangkang Kakao Menggunakan Drum Kiln Sebagai Alternatif Bahan Bakar. *Ratih: Jurnal Rekayasa Teknologi Industri Hijau*, 3(2), 8.
- Thoha, M. Y., & Fajrin, D. E. (2010). Pembuatan briket arang dari daun jati dengan sagu aren sebagai pengikat. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1).
- Wijaya, H. (2007). Perencanaan drum kiln untuk karbonisasi arang tempurung kelapa

(Doctoral dissertation, Petra Christian University).

Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & Ulfi, K. (2017). Penentuan Kadar Air Hilang Dan Volatile Matter Pada Bio-Briket Dari Campuran Arang Sekam Padi Dan Batok Kelapa. JIIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika), 1(1), 51-57.