

## **PROTOTYPE PENGERING BAHAN BAKU DAN PRODUK BIOPELET DITINJAU DARI ENERGI H<sub>2</sub>O YANG TERUAPKAN KE UDARA**

### **PROTOTYPE OF RAW MATERIAL DRYERS AND BIOPELET PRODUCTS REVIEWED FROM ENERGY OF H<sub>2</sub>O THAT IS EVAPORATED TO AIR**

Sutini Pujiastuti Lestari\*<sup>1</sup>, Arizal Aswan<sup>1</sup>, Herlin Sumarna\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Energi / Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jalan Sriwijaya Negara Palembang 30139, telp 0711-353414

e-mail : \*sutini\_pl@polsri.ac.id, / herlindarman187@gmail.com

#### **ABSTRACT**

*Energy consumption in Indonesia is still dominated by the use of fossil-based energy, especially petroleum and coal. Therefore, biomass as a renewable energy source is an effort to reduce the use of fossil energy in Indonesia. Biopellet is one of the processing of biomass into solid fuel. In the process stage of making biopellet used dryer. In the prototype of drying machine, the independent variables are variation of raw material mix and fixed variable such as air velocity, drying time, and drying temperature. Based on the results of the research, the H<sub>2</sub>O concentration was evaporated and the H<sub>2</sub>O heat in the air was highest in the 60% mixture of wood powder: 40% rice husk. From mass of H<sub>2</sub>O evaporated equal to 14.84 gr and H<sub>2</sub>O heat in air equal to 136.506 kcal analyzed moisture content and calorific value of biopellet product. Water content obtained at 6.716% and the calorific value of 5,188.8506 kcal/gr has met the SNI 8021-2014 standard.*

*Keywords: fossil energy, raw material variation, evaporated H<sub>2</sub>O mass, H<sub>2</sub>O heat in air, moisture content and biopellet calorific value*

#### **1. PENDAHULUAN**

Pemakaian energi di Indonesia masih didominasi penggunaan energi berbasis fosil terutama bahan bakar minyak bumi dan batubara (Jaelani, dkk, 2017). Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (2017), ketersediaan energi fosil semakin menipis yaitu batubara sekitar 57,22%, gas alam 24,82% dan minyak bumi 5,81%. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, energi alternatif merupakan pilihan yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil, salah satunya yaitu energi biomassa. Sumber daya biomassa di Indonesia dapat diperoleh dari limbah pertanian, seperti: produk samping kelapa sawit, penggilingan padi, *plywood*, ampas kelapa, pabrik gula, kakao, tongkol jagung dan limbah pertanian lainnya (Lamanda, dkk, 2015).

Biomassa sebagai salah satu sumber energi *renewable*, biomassa harus mengalami proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan sebagai sumber energi, salah satunya yaitu dengan cara mengolah biomassa menjadi biopellet (Kurniawan, dkk, 2017). Guna memanfaatkan biopellet sebagai sumber energi terbarukan (*renewable*), biopellet harus mengalami proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan sebagai sumber energi. Pada proses pengolahan biopellet, pengeringan merupakan salah

satu tahap yang sangat penting untuk menghasilkan kualitas bahan bakar biomassa yang baik. Pengeringan tersebut bertujuan untuk mengurangi kandungan air yang terdapat di dalam biomassa dan meningkatkan nilai kalor dari biomassa tersebut (Zikri, dkk, 2015).

Menurut penelitian yang telah dilakukan Junaidi (2017), proses pengeringan bahan baku dalam pembuatan biopellet dilakukan menggunakan sinar matahari sebelum diolah menjadi biopellet. Dalam penelitian tersebut terdapat kelemahan, dimana pengeringan dengan sinar matahari membutuhkan waktu yang tidak pasti karena tergantung pada keadaan cuaca dan memerlukan area yang cukup luas untuk pengeringan yang merata. Proses pengeringan untuk bahan baku yang berbentuk butiran granular cocok menggunakan alat pengering tipe *rotary*, dikarenakan tidak akan merusak bahan baku tersebut (Treybal, 1981). Berdasarkan hal di atas, maka ingin dibuat alat pengering untuk mengurangi kadar air pada bahan baku biopellet yang dikombinasi dengan *oven* sebagai pengering biopellet.

Proses pengeringan untuk bahan baku yang berbentuk butiran atau granular cocok menggunakan alat pengering tipe *rotary*, dikarenakan tidak akan merusak bahan baku tersebut (Treybal, 1981).

Berdasarkan hal di atas, maka ingin dibuat alat pengering tipe *rotary (rotary dryer)* yang dikombinasi dengan oven, dimana *rotary dryer* digunakan untuk

mengurangi kadar air pada bahan baku dan oven digunakan untuk mengurangi kadar air pada produk biopelet dengan memanfaatkan panas udara tambahan yang keluar pada ruang pengering *rotary*.

Serta penulis ingin mengetahui energi H<sub>2</sub>O yang teruapkan ke udara dan menentukan kadar air serta nilai kalor produk biopelet dari H<sub>2</sub>O terbanyak di udara pengering. Hasil analisa kadar air dan nilai kalor didapatkan dari biopelet dengan bahan baku yang memiliki energi H<sub>2</sub>O terbesar di udara pengering.

Biopelet atau pelet yang berasal dari biomassa dikonversi dan dapat dimanfaatkan sebagai energi bahan bakar menggunakan teknik densifikasi. Konversi biomassa dapat menaikkan nilai kalor per unit volume, mudah disimpan dan diangkut, mempunyai ukuran, dan kualitas yang seragam dari biopelet yang dihasilkan (Damyanti, dkk, 2017). Pada umumnya, biopelet yang dihasilkan mempunyai diameter 8-11mm dan panjang 15-20mm. Penambahan perekat yang digunakan pada proses pembuatan biopelet yaitu 0,5–5% sedangkan ukuran mesh yang digunakan ialah ukuran 40-60 mesh (Mahdie, dkk, 2016)

Sekam padi merupakan salah satu biomassa limbah pertanian yang ketersediaannya melimpah di Indonesia. Menurut BPS Sumatra Selatan (2015), produksi padi pada tahun 2015 mencapai 4,26 juta ton gabah kering giling. Produksi padi ini memiliki kenaikan 16,04% setiap tahunnya. Proses penggilingan padi menghasilkan 55% biji utuh, 15% beras patah, 20% sekam, dan 10% bekatul (Winata, 2013). Selama ini pemanfaatan sekam padi sangat terbatas, bahkan hanya menjadi limbah pertanian yang tidak diinginkan.

Berdasarkan data perhitungan Departemen Kehutanan (2015) terdapat limbah kayu skala nasional sebanyak 50% dari jumlah kayu yang dimanfaatkan, yang terdiri dari limbah serbuk gergajian 15%, *slabs* (irisan kayu) 25%, dan potongan ujung 10%. Penanganan limbah selama ini dibiarkan membusuk, ditumpuk dan dibakar yang kesemuanya berdampak negatif terhadap lingkungan sehingga penanggulangannya perlu dipikirkan. Salah satu jalan yang dapat ditempuh adalah memanfaatkannya menjadi produk yang bernilai tambah dengan teknologi terapan dan kerakyatan sehingga hasilnya mudah disosialisasikan kepada masyarakat (Marantika, dkk, 2017).

## 2. METODELOGI

### Pendekatan Desain Fungsional

*Prototype* pengering skala laboratorium pada penelitian ini memiliki fungsi untuk mengurangi kadar air bahan baku dan produk biopelet. Bahan baku biomassa hasil pengeringan akan dijadikan biopelet, sehingga digunakan oven pengering dengan sulpay panas dari *furnace* dan udara sisa hasil pengeringan di *rotary dryer* untuk mengeringkan hasil biopelet. *Prototype* pengering yang dibuat memiliki komponen-komponen dengan fungsinya masing-masing, yaitu:

#### 1. Tabung gas LPG

Tabung gas LPG berfungsi menampung gas dalam kondisi bertekanan yang akan digunakan untuk peroses pembakaran.

#### 2. *Blower*

*Blower* berfungsi menarik udara lingkungan untuk masuk ke ruang pemanasan dan menghembuskan udara panas menuju drum *rotary* pengering.

#### 3. *Furnace*

Berfungsi berfungsi sebagai tempat terjadinya pemanasan udara lingkungan yang akan digunakan sebagai udara pengering pada proses pengeringan.

#### 4. Kompor gas

Kompor gas berfungsi untuk menghasilkan panas dengan bahan bakar LPG.

#### 5. *Valve 1*

*Valve 1* berfungsi untuk mengontrol kecepatan udara pengering yang akan digunakan.

#### 6. *Valve 2*

*Valve 2* berfungsi untuk melakukan pengecekan *relatif humidity* dan kecepatan udara pengering

#### 7. *Valve 3*

*Valve 3* berfungsi untuk mengontrol udara pengering masuk kedalam *rotary*.

#### 8. *Valve 4*

*Valve 4* berfungsi untuk mengontrol udara pengering masuk kedalam oven.

#### 9. Drum *Rotary*

Drum *rotary* berfungsi sebagai ruang terjadinya proses pengeringan bahan baku dengan menggunakan udara panas secara kontak langsung yang dihasilkan dari *furnace*.

#### 10. *Feed out*

*Feed out* berfungsi sebagai tempat keluaran bahan baku yang telah dikeringkan didalam *rotary*.

#### 11. Oven

Oven berfungsi sebagai tempat pengeringan produk biopelet.

#### 12. Motor Listrik

Motor listrik berfungsi sebagai motor penggerak untuk memutar drum *rotary* dalam proses pengeringan.

#### 13. *Stack gas*

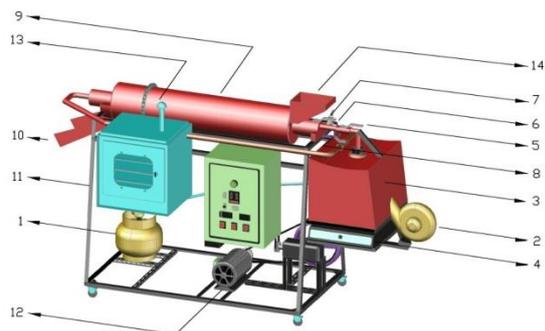
*Stack gas* berfungsi sebagai tempat keluaran udara sisa pengeringan.

#### 14. *Feed in*

*Feed in* berfungsi sebagai wadah masuk bahan baku yang akan dikeringkan.

Secara umum *prototype* alat pengering ini terbagi menjadi 2 jenis pengeringan, yang pertama yaitu pengering tipe *rotary* berupa tabung silinder sebagai ruang pengering bahan baku biomassa yang dirancang dengan ukuran panjang tabung 75 cm dan diameter 15 cm. Di sisi sebelah kiri merupakan tempat masuknya udara panas dan umpan biomassa sedangkan di sisi sebelah kanan merupakan tempat keluarnya udara panas dan tempat keluarnya umpan, posisi ini dimanfaatkan agar udara panas langsung masuk kedalam silinder putar. Tabung silinder digerakkan oleh motor listrik dengan daya 300 watt dan yang kedua adalah oven dirancang berbentuk persegi

panjang dengan ukuran 30 cm × 30 cm yang digunakan untuk mengeringkan produk biopelet.



Gambar 1. Komponen Prototype Alat Pengering

Keterangan gambar 1:

- |                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| 1. Tabung gas LPG | 8. Valve 4                  |
| 2. Blower         | 9. Drum Rotary              |
| 3. Furnace        | 10. Feed out (umpan keluar) |
| 4. Kompor         | 11. Oven                    |
| 5. Valve 1        | 12. Motor Listrik           |
| 6. Valve 2        | 13. Stack Gas               |
| 7. Valve 3        | 14. Feed in (umpan masuk)   |

**Prosedur Penelitian**

**Preparasi Bahan Baku**

Menyiapkan bahan baku awal yaitu serbuk kayu dan sekam padi yang digunakan untuk pembuatan biopelet, kemudian melakukan pengecilan ukuran dengan menggunakan alat *jaw crusher* hingga ukuran bahan baku menjadi ukuran yang lebih kecil. setelah itu, mencampur bahan baku serbuk kayu dan sekam padi dengan perbandingan 80% : 20% (sampel 1); 60% : 40% (sampel 2); 40% : 60% (sampel 3); 20% : 80% (sampel 4); 100% : 0% (sampel 5).

**Tahap Penentuan Massa H<sub>2</sub>O pada Udara Masuk Rotary Dryer**

Membuka valve (V<sub>1</sub>) untuk mengatur bukaan laju alir udara pengering. Kemudian, menutup valve (V<sub>3</sub>) aliran udara yang masuk ke *rotary dryer*. Lalu, membuka valve (V<sub>2</sub>) untuk mengukur kecepatan aliran udara pengering dengan menggunakan *anemometer*. Mencatat nilai *Relative Humidity* (RH) yang tertera di kontrol panel. Kemudian menentukan nilai humiditas berdasarkan nilai *Relative Humidity* (RH) dengan menggunakan *Psychrometric Calculations Sugar Engineer*. Menghitung massa H<sub>2</sub>O pada udara yang masuk ke *rotary dryer*.

**Tahap Pengeringan Bahan Baku**

Menyiapkan campuran bahan baku sebanyak 0,5 kg, memanaskan *furnace* dengan menghidupkan kompor LPG kemudian menyalakan *blower* untuk mengalirkan udara masuk ke dalam *furnace*. Kemudian membuka katup (V<sub>1</sub>), membuka katup (V<sub>3</sub>) setelah mencapai temperatur yang diinginkan untuk

mengalirkan udara panas kedalam *rotary dryer*. Menghidupkan motor listrik untuk memutar tabung *rotary dryer*, kemudian memasukan bahan baku sedikit demi sedikit selama 1 jam hingga bahan baku selesai dikeringkan. Menimbang bahan baku yang telah selesai dikeringkan hingga berat konstan dan menghitung kadar air yang dihasilkan.

**Tahap Pengujian Massa H<sub>2</sub>O pada Udara Keluar Rotary Dryer**

Tahap penentuan kadar air yang terserap oleh udara adalah dengan mencatat nilai *Relative Humidity* (RH) yang tertera di kontrol panel. Kemudian menentukan nilai humiditas berdasarkan nilai *Relative Humidity* (RH) dengan menggunakan *Psychrometric Calculations Sugar Engineer*. Lalu menghitung massa H<sub>2</sub>O pada udara yang keluar dari *rotary dryer*.

**Tahap Pembuatan Biopelet**

Melakukan pengayakan bahan baku yang memiliki H<sub>2</sub>O terbanyak diudara dengan alat *sieving shaker* untuk mendapatkan ukuran -60 mesh. Setelah dilakukan pengayakan, menyiapkan massa campuran bahan baku sebanyak 30 gr. Kemudian melakukan pencetakan biopelet dengan menggunakan alat pencetak biopelet.

**Analisa Kadar Air Biopelet (ASTM D 3302M-12)**

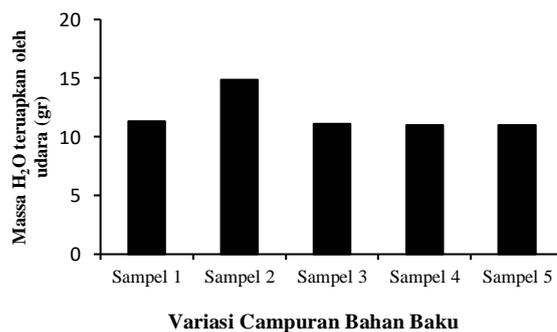
**Analisis Nilai Kalor Biopelet (ASTM D 5865-07a)**

Adapun untuk analisa nilai kalor, menggunakan alat *bomb calorimeter* tipe parr 6400

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Diagram variasi campuran bahan baku terhadap massa H<sub>2</sub>O yang teruapkan ke udara**

Diagram di bawah ini menunjukkan variasi campuran bahan baku terhadap massa H<sub>2</sub>O yang teruapkan ke udara.



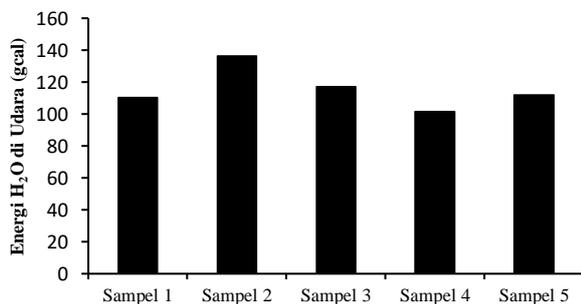
Gambar 2. Diagram Variasi campuran Bahan Baku terhadap Massa H<sub>2</sub>O yang Teruapkan Ke Udara

Gambar 2 merupakan diagram yang menunjukkan variasi campuran bahan baku terhadap massa H<sub>2</sub>O yang teruapkan ke udara. Diagram di atas terlihat bahwa massa H<sub>2</sub>O yang teruapkan mengalami kenaikan dari sampel 1 sebesar 11,3 gr ke sampel 2 yang memiliki massa H<sub>2</sub>O sebesar 14,84 gr. Kemudian mengalami

penurunan massa H<sub>2</sub>O pada sampel 3, sampel 4, dan sampel 5 dengan massa H<sub>2</sub>O pada sampel-sampel tersebut 11,1; 10,99; dan 11,02 gr. Selain itu, banyaknya massa H<sub>2</sub>O teruapkan ke udara juga dipengaruhi oleh temperatur, dan relatif humiditas yang keluar serta temperatur udara pengering. Temperatur udara keluar pada sampel 2 yaitu 47,5°C dan relatif humiditas 37,7% sehingga didapatkan massa H<sub>2</sub>O dari grafik *Psychrometric* sebesar 14,84 gr. Hal ini sesuai dengan pernyataan Djaeni dkk (2012) yang menyatakan bahwa peningkatan temperatur di dalam molekul air menyebabkan tekanan uap air di dalam molekul bertambah sehingga air yang berada dalam bahan semakin mudah keluar dari molekul bahan. Pada sampel 2, temperatur udara masuk sebesar 68,157°C. Temperatur tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan sampel 3,4 dan 5. Berdasarkan penelitian Stefanus (2014) yang menyatakan bahwa bila suhu udara pengering makin besar, energi panas yang dibawa udara pengering juga makin besar sehingga jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan makin banyak.

#### Diagram variasi campuran bahan baku terhadap panas H<sub>2</sub>O di udara

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan diagram variasi campuran bahan baku terhadap energi H<sub>2</sub>O yang teruapkan ke udara.



Variasi Campuran Bahan Baku

Gambar 3. Diagram Variasi Bahan Baku terhadap Panas H<sub>2</sub>O di Udara

Gambar 3 merupakan diagram variasi campuran bahan baku terhadap energi H<sub>2</sub>O yang teruapkan ke udara. Diagram di atas terlihat bahwa sampel 1 menghasilkan energi H<sub>2</sub>O di udara sebesar 110,59 gcal dan mengalami kenaikan energi H<sub>2</sub>O di udara pada sampel 2 sebesar 136,506 gcal. Selanjutnya pada sampel 3 dihasilkan energi H<sub>2</sub>O di udara sebesar 117,415 gcal dan begitu juga pada sampel 4 dihasilkan energi H<sub>2</sub>O di udara keluar sebesar 101,709 gcal serta pada sampel 5 yang menghasilkan energi H<sub>2</sub>O di udara keluar sebesar 111,978 gcal. Sampel 2 didapatkan energi H<sub>2</sub>O teruapkan di udara paling tinggi, hal ini dikarenakan sampel 2 menghasilkan massa H<sub>2</sub>O paling tinggi yang teruapkan di udara, dimana dengan semakin tinggi hasil massa H<sub>2</sub>O yang teruapkan maka semakin tinggi pula energi H<sub>2</sub>O di udara. Selain itu,

disebabkan oleh temperatur masuk udara pengering. Sesuai pernyataan Stefanus (2014) yang menyatakan bahwa semakin besar suhu yang digunakan untuk pengeringan, semakin besar pula kecepatan pindah panas ke dalam bahan, sehingga penguapan air dari bahan akan lebih banyak. Penguapan tersebut diakibatkan oleh terjadinya perbedaan tekanan uap antara bahan dan uap air di udara. Tekanan uap air bahan pada umumnya lebih besar dari pada tekanan uap air udara sehingga terjadi perpindahan massa air dari bahan ke udara.

#### Analisa Kadar Air dan Nilai Kalor Biopelet

Dari hasil energi H<sub>2</sub>O di udara paling tinggi maka dibuat produk biopelet serta ditentukan nilai kadar air dan menganalisa nilai kalor produk biopelet tersebut. Hasil panas H<sub>2</sub>O di udara paling tinggi yaitu sampel pada campuran 60% serbuk kayu : 40% sekam padi. Dari hasil analisa kadar air diperoleh nilai kadar air biopelet tersebut yaitu sebesar 6,716% dan nilai kalor sebesar 5188,8506 gcal. Hasil analisa kadar air dan nilai kalor biopelet menunjukkan bahwa kadar air dan nilai kalor produk biopelet hasil penelitian ini sesuai dengan SNI 8021-2014 yaitu kadar air ≤12% dan nilai kalor sebesar minimal 4000 gcal.

### 3. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengeringan bahan baku dan pembuatan biopelet dapat disimpulkan bahwa:

1. Temperatur udara pengering mempengaruhi hasil massa H<sub>2</sub>O yang teruapkan dan energi H<sub>2</sub>O di udara.
2. Campuran 60% serbuk kayu : 40% sekam padi (sampel 2) mendapatkan hasil massa H<sub>2</sub>O yang teruapkan paling besar dan panas H<sub>2</sub>O di udara paling besar sebesar 14,84 gr dan 136,506 cal/gr
3. Kadar air dan nilai kalor produk biopelet telah sesuai dengan standar SNI 8021-2014 yaitu sebesar 6,716% dan 5188,8506 cal/gr.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Selatan. 2015. diakses pada 6 Maret 2018.
- Damayanti, R., Lusiana, N., Prasetyo, J., 2017. Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Penambahan Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Biopelet dari Kulit Coklat (*Theobroma Cacao L*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknotan*. Volume 11, No. 1.
- Djaeni, M., Prasetyaningrum, dan Mahayana, A., 2012. Pengeringan Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma cottoni* Pada *Spray Dryer* Menggunakan Udara yang Didehumidifikasi dengan Zeolit Alam Tinjauan : Kualitas Produk dan Efisiensi Energi. Vol. 8, No. 2.
- Jaelani, A., Firdaus, S., Jumena, J., 2017. *Renewable Energy Policy In Indonesia : The Qur'anic*

Scientific Signals In Islamic Economic and Policy, 7(4), 193-204.

Junaidi, Ariefin, Mawardi, I., 2017. Pengaruh Presentasi Perekat Terhadap Karakteristik Pelet Kayu dari Kayu Sisa Gergajian. Jurnal Mesin Sains Terapan, Vol. 1 No. 1.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2016. Solusi Listrik Off-Grid Berbasis Energi Terbarukan di Indonesia. Jakarta : Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. di akses 5 maret 2018.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia. di akses 6 maret 2018.

Kurniawan, M., Dantes, K., R., Widayana, G., 2017. Analisa Temperatur Alat Pengering Cengkeh Habrid. Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Vol : 8, No : 2 Tahun 2017.

Lamanda, D.D., Setyawati, D., Nurhaida, Diba, F., Rolinda, E. (2015). Karakteristik Biopellet Berdasarkan Komposisi Serbuk Batang Kelapa Sawit dan Arang kayu Laban dengan Jenis Perekat Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. Jurnal Hutan Lestari, Vol. 3 (2) : 313 - 321.

Mahdie, M.F., Subari, D., Sunardi, dan Ulfah, D., 2016. Pengaruh Campuran Limbah Kayu Rambai dan Api-api Terhadap Lualitas Biopellet Sebagai Energi Alternatif dari Lahan Basah. Jurnal Hutan Tropis Volume 4 No. 3.

Marantika, A.A, Sulhadi, Darsono, T., 2017. Penambahan Arang Serbuk Gergaji pada Briket Jerami Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF 2017. Vol. 6.

Riyawan, E., Fakhri, Yohanes, 2015. Kajian Potensi Limbah Kayu Industri Saw Mill Untuk Produk Panel Ringan Berongga Berbasis Teknologi Laminasi. Annual Civil Engineering Seminar 2015. Pekan Baru.

Stefanus, M., 2014. Pengaruh Kelembaban, Laju Aliran dan Temperatur Udara pengering Terhadap Laju Pengeringan Gula Aren. Jurnal FT UI.

Treybal, R.E., 1981. Mass Transfer Operation. Singapore : McGRAW-HILL BOOK COMPANY.

Winata, A., 2013. Karakteristik Biopellet dari Campuran Serbuk kayu Sengon dengan Arang Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. Tugas Sarjana Institut Pertanian Bogor.

Zikri, A., Erlinawati, dan Rusnadi, I., 2015. Uji Kinerja

Rotary Dryer Berdasarkan Efisiensi Termal Pengering Serbuk Kayu Untuk Pembuatan Biopellet. Jurnal Teknik Kimia, No. 2, Vol. 21.