

## KAJIAN AWAL PEMANFAATAN LIMBAH ONGGOK SEBAGAI SUBSTITUSI BATUBARA

Jerry<sup>1\*</sup>, Pramahadi Febriyanto<sup>1</sup>, Arysca Wisnu Satria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Lampung selatan

\*Email: [jerry@itera.ac.id](mailto:jerry@itera.ac.id)

### Abstrak

Onggok merupakan limbah padat industri tapioka yang sangat berlimpah dengan kandungan selulosa tinggi yang menjadikan onggok menjadi salah satu alternatif bahan yang dapat mensubstitusi batubara. Nilai kalor onggok yang rendah sekitar 2783 Kkal/kg memerlukan usaha peningkatan kalori bahan. Peningkatan nilai kalor onggok dengan cara karbonisasi di dalam tanur secara pirolisis. Pengkajian onggok dengan pirolisis untuk menggantikan batubara serta usaha peningkatan nilai kalor yang sama dengan batubara komersil perlu dilakukan. Pada penelitian ini dikaji pengaruh waktu dan temperatur karbonisasi onggok. Temperatur yang dikaji adalah 300, 350, dan 400°C dan waktu karbonisasi selama 60, 90, dan 120 menit. Onggok yang dipirolisis dilakukan uji nilai kalor dan uji proksimat (kadar air dan kadar abu). Hasil penelitian menunjukkan bahwa onggok dapat mensubstitusi batubara karena memiliki kadar abu dan air yang rendah yaitu dengan kadar abu maksimal 5,9% dan kadar air maksimal 1,6%. Temperatur dan waktu optimal untuk melakukan proses karbonisasi adalah 350°C dan 90 menit dengan nilai kalor bahan yang dihasilkan sebesar 6047 Kkal/kg.

**Kata Kunci:** Batubara, Karbonisasi, Limbah Tapioka, Onggok

### Abstract

*Onggok is a tapioca industrial solid waste with high cellulose content and is abundant that makes onggok an alternative material for coal. The low calorie value of onggok is around 2783 Kcal/kg which requires an effort to increase its calorie value. Increasing the calorie value of onggok by carbonization in the pyrolysis furnace. The study of onggok pyrolysis to improve its calorie value as good as commercial coal needs to be done. In this study, the effect of time and temperature of carbonization to onggok properties was examined. The temperature of carbonization was 300, 350 and 400°C and the carbonization time was 60, 90 and 120 minutes. Calorie value, moisture and ash content of pyrolyzed onggok was analyzed. The results showed that onggok can substitute coal since it has low ash and moisture content. The maximum ash and moisture content were 5.9% and 1.6%, subsequently. The optimal temperature and carbonization time were 350°C and 90 minutes with the calorific value of 6047 Kcal/kg.*

**Keywords:** Carbonization, Coal, Onggok, Tapioca Waste

### 1. PENDAHULUAN

Onggok merupakan limbah industri tapioka yang memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Kandungan selulosa onggok sekitar 39,37% dan serat sebesar 14,52% (Wicaksono dkk, 2013), kandungan selulosa dan sumber karbon lain yang terdapat pada onggok merupakan potensi sumber karbon yang dapat dimanfaatkan.

Potensi onggok sebagai bahan baku alternatif pengganti batubara sangat perlu untuk dikaji. Sisa industri tapioka sebagai onggok sekitar 22% dari

massa bahan baku singkong. Pemanfaatan onggok selama ini sebagai pupuk dan pakan ternak belum seluruhnya dapat dimanfaatkan, jumlah onggok yang sangat berlimpah. Harga onggok yang murah merupakan keuntungan komparatif sebagai bahan baku substitusi batubara.

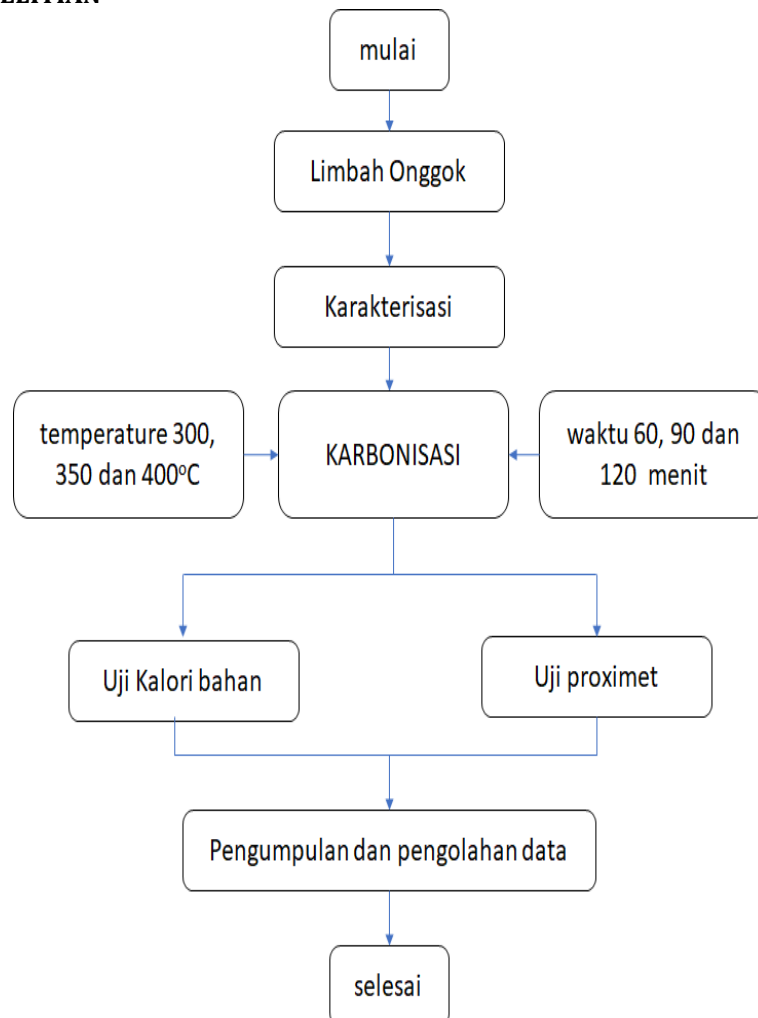
Onggok yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar memiliki beberapa keunggulan. Kandungan nitrogen yang rendah pada onggok apabila dibakar akan menghasilkan emisi NO<sub>x</sub> yang rendah. Selain kandungan nitrogen yang rendah, onggok tidak

memiliki sulfur, sehingga sangat ramah lingkungan apabila dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Jika dibandingkan dengan batubara yang memiliki kandungan sulfur dan nitrogen yang cukup tinggi, apabila dibakar akan menghasilkan gas emisi NO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub>.

Onggok sebagai substitusi batubara dapat dipertimbangkan, karena onggok memiliki kadar hidrokarbon tinggi yang merupakan modal dasar bahan bakar alternatif. Kandungan selulosa pada onggok dapat dipirolisis untuk meningkatkan nilai kalor dan *flash point* onggok (titik nyala), sehingga memiliki sifat yang sama dengan batubara.

Pemanfaatan onggok yang belum optimal dan berlimpahnya sumber onggok menjadikan onggok sebagai pilihan bahan baku pada penelitian ini. Kadar karbohidrat yang tinggi dapat dikonversi menjadi karbon pada onggok perlu dikaji sebagai substitusi batubara yang ramah lingkungan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN



**Gambar 1.** Prosedur Percobaan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah onggok yang didapatkan dari industri tapioka terlebih dahulu dilakukan karakterisasi untuk mengetahui kondisi bahan awal sebelum dilakukan karbonisasi, hal ini bertujuan untuk mengetahui

### 2.1 Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan onggok dari limbah industri tapioka yang ada di Lampung Tengah yang telah dikeringkan. Kadar air dari onggok tersebut adalah < 12%.

### 2.2 Alat

Pada penelitian ini digunakan *furnace*, oven, dan *calorimeter*. *Furnace* berfungsi untuk karbonisasi onggok menjadi arang. Sedangkan oven digunakan untuk menguji kadar air. *Calorimeter* yang digunakan untuk menguji nilai kalor bahan.

### 2.3 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan proses karbonisasi menggunakan *furnace* dengan variabel temperatur 300, 350, dan 400°C dan waktu karbonisasi 60, 90, dan 120 menit. Hasil sampel yang telah dikarbonisasi dilakukan uji kalori dan uji proximat untuk mengetahui kadar abu, air, *fixed carbon*. Alur percobaan dilakukan sesuai dengan Gambar 1. berikut ini,

pengaruh peningkatan kalori bahan. Karbonisasi bertujuan untuk meningkatkan kalori bahan dengan pirolisis kadar oksigen yang rendah untuk meningkatkan kadar karbon bahan dengan

menghilangkan atau mengurangi komponen selain karbon.

### 3.1 Karakterisasi Onggok

Karakterisasi onggok dilakukan dengan melihat kadar air bahan, kalori bahan, dan kadar abu. Dari hasil analisis didapatkan kadar air onggok kering 10%. Apabila kadar air bahan yang tinggi maka dilakukan penurunan kadar air dengan oven untuk mendapatkan kadar air yang sama setiap bahan.

Hasil analisis kalori rata-rata onggok adalah 2783,27 Kkal/kg. hal ini menunjukkan bahwa kalori onggok sangat rendah, sehingga perlu usaha untuk meningkatkan nilai kalor mendekati batu bara komersil, yaitu di atas 4000 Kkal/kg. Jika langsung dijadikan campuran briket atau bahan bakar tanpa dinaikkan nilai kalornya maka akan menurunkan harga bahan bakar tersebut.

Kadar abu yang telah diujikan untuk mengetahui kadar oksida yang terdapat pada bahan. Kadar abu yang tinggi menyebabkan sisa pembakaran yang banyak. Kadar abu onggok dari sampel yang dilakukan pada penelitian ini adalah 4,26%.

### 3.2 Pengaruh Waktu Karbonisasi

Waktu karbonisasi terhadap peningkatan kalori bahan telah dikaji dengan pirolisis selama 60, 90, dan 120 menit untuk mengetahui peningkatan kalori bahan. Hasil dari pengaruh waktu karbonisasi terhadap kalori bahan dapat dilihat pada Gambar 2.

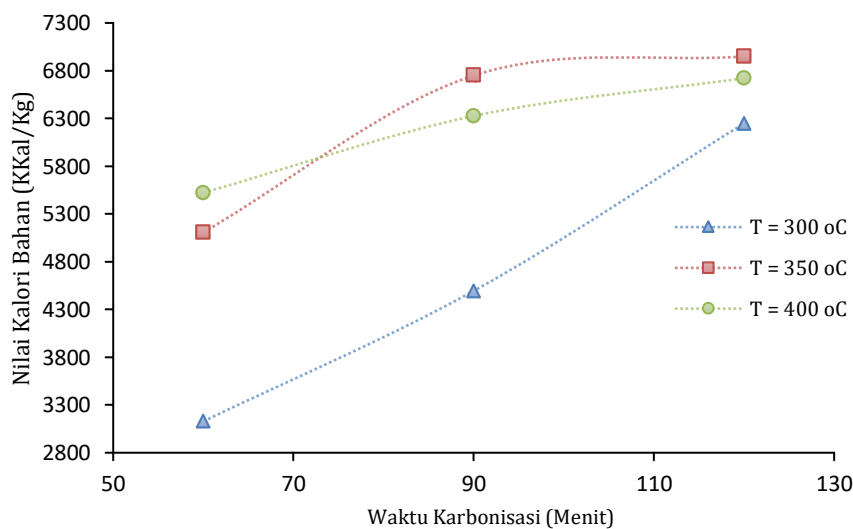
Dari Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin lama karbonisasi berlangsung, akan terjadi kenaikan nilai kalor bahan. Pada temperatur 300°C dan waktu karbonisasi yang lebih lama akan terjadi kenaikan kalori secara terus menerus karena masih banyak komponen organik yang terkonversi menjadi karbon. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi masih berlangsung. Kenaikan kalori bahan sebesar 4494 Kkal/kg pada

waktu 90 menit dan terjadi kenaikan kalori yang signifikan pada waktu karbonisasi 120 menit menjadi 6248 Kkal/kg. Kenaikan ini diperkirakan akan naik terus menerus hingga konstan. Peningkatan waktu dari 60 menit ke 90 menit terjadi peningkatan nilai kalori yang besar akan tetapi pada menit ke 120 tidak terjadi perubahan nilai kalori yang signifikan. Dari data ini menunjukkan bahwa kondisi optimal tercapai pada waktu 90 menit dengan nilai kalor 6047 Kkal/kg untuk temperatur 350°C dan 6721 Kkal/kg untuk temperatur 400°C. Hal ini juga sesuai dengan percobaan yang dilakukan oleh Putro dkk., 2015 yang menunjukkan pola yang sama pada karbonisasi sekam padi. Hal yang sama juga terjadi pada (Surono, 2010) yang melakukan karbonisasi tongkol jagung dan juga penelitian yang telah dilakukan oleh Iriany, 2016 pada biobriket pelepah dna cangkang sawit juga menunjukkan hal yang sama.

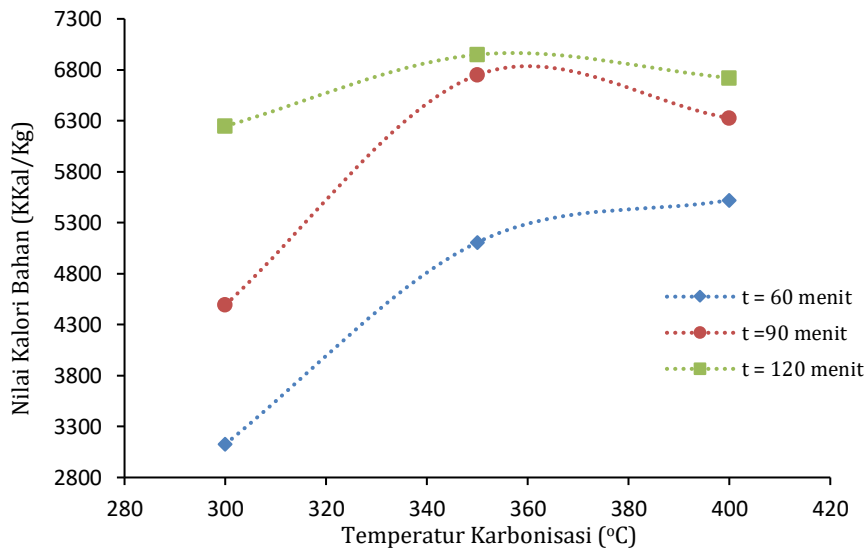
### 3.3 Pengaruh Temperatur Karbonisasi

Karbonisasi dilakukan pada berbagai temperatur untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap nilai kalor bahan bakar dari onggok. Peningkatan nilai temperatur akan meningkatkan kalori onggok pada saat karbonisasi. Pada kondisi temperatur yang terlalu tinggi, maka nilai kalori akan menurun dengan banyak karbon yang terkonversi menjadi CO dan CO<sub>2</sub>. Pirolisis adalah proses reaksi eksotermik, apabila temperatur naik kesetimbangan reaksi akan bergeser ke arah pembentukan reaktan.

Kondisi optimal temperatur karbonisasi adalah 350°C untuk mendapatkan kalori yang baik, akan tetapi pada temperatur 400°C terjadi kenaikan yang tidak terlalu signifikan, hal ini sesuai dengan Gambar 3. yang dapat menggambarkan pengaruh temperatur karbonisasi terhadap nilai kalor onggok. Kenaikan kalori setelah 400°C juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh (Polii, 2017) dan (Saleh dkk, 2017).



**Gambar 2.** Pengaruh waktu karbonisasi terhadap kalori bahan



**Gambar 3.** Pengaruh temperatur karbonisasi terhadap kalori bahan

Kenaikan nilai kalori dari T = 350 ke T= 400°C tidak terlalu signifikan, yaitu 6721 Kkal/kg ke 7042 Kkal/kg untuk waktu karbonisasi 90 menit, untuk waktu karbonisasi 120 menit lebih rendah nilai kalorinya untuk temperatur 350 dan 400°C, penurunan kalori ini terjadi karena waktu karbonisasi yang lama menyebabkan karbon akan terkonversi ke CO dan CO<sub>2</sub> lebih banyak.

### 3.4 Kadar Air

Kadar air yang terkandung dalam bahan setelah proses karbonisasi masih tetap ada walaupun kadar yang rendah. Peningkatan temperatur dan waktu karbonisasi menyebabkan air yang terkandung dalam bahan akan berkurang karena akan terjadi penguapan yang lebih besar pada temperatur yang lebih tinggi.

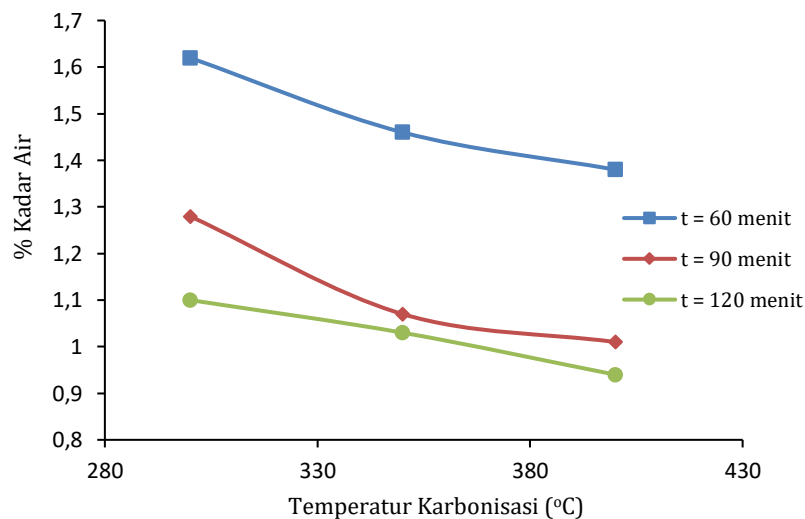
Kadar air pada waktu 60 menit lebih besar dari pada 90 dan 120 menit. Sedangkan temperatur 300°C memiliki kadar air yang paling tinggi untuk waktu 60 menit yaitu 1,63%. Kadar air terendah terdapat pada

temperatur 400°C dan waktu 120 menit, yaitu 0,91%. Kadar air bahan dapat dilihat pada Gambar 4.

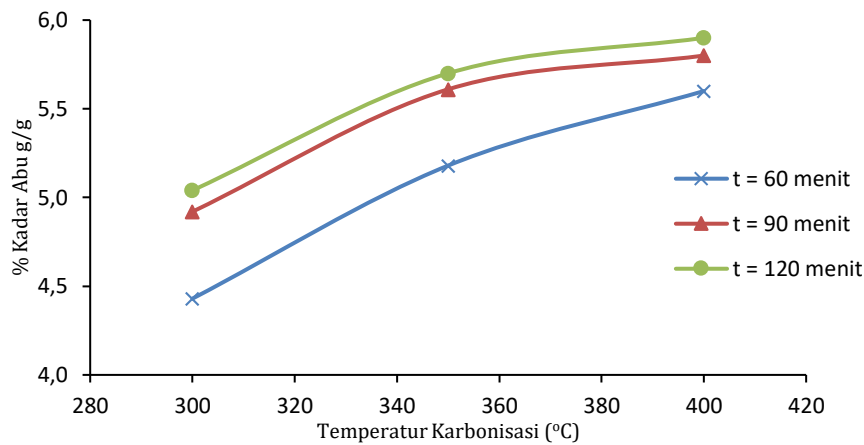
Kadar air dalam bahan selain dipengaruhi oleh temperatur, juga dipengaruhi oleh sifat higroskopis bahan. Kadar air yang berlebihan tidak menguntungkan bagi bahan bakar sebagai substitusi batubara. Kadar air onggok yang dikarbonisasi memiliki kadar air yang sangat rendah yaitu di bawah 1,6% sehingga cocok sebagai syarat bahan bakar. Kadar air yang dihasilkan lebih rendah dari penelitian sebelumnya (Satmoko dkk, 2013), (Polii, 2017), dan (Saleh dkk, 2017).

### 3.5 Kadar Abu

Kadar abu merupakan jumlah sisa oksida logam yang tidak dapat terbakar. Semakin besar kadar abu pada bahan bakar menunjukkan bahwa limbah yang dihasilkan dari proses pembakaran akan semakin banyak. Kadar abu hasil karbonisasi onggok dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Kadar air bahan onggok setelah karbonisasi



**Gambar 5.** Kadar abu arang ongkok hasil karbonisasi

Gambar 5. menunjukkan bahwa kadar abu bahan dipengaruhi oleh temperatur dan waktu karbonisasi. Semakin lama dan tinggi temperatur maka kadar abu akan semakin besar. Temperatur 300°C memiliki kadar abu sebesar 4,5% untuk waktu karbonisasi 60 menit, pada temperatur 300°C dan waktu 90 menit memiliki kadar abu 4,9% serta waktu 120 menit terjadi sedikit peningkatan kadar abu yaitu 5,1%. Kenaikan kadar abu pada waktu karbonisasi yang lama disebabkan oleh banyaknya *volatile matter* yang menguap seiring dengan waktu karbonisasi dan juga karbon yang berubah menjadi CO dan CO<sub>2</sub>, yang mengakibatkan logam oksida tidak teruapkan tertinggal semakin banyak seiring dengan waktu karbonisasi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Polii, 2017.

Selain waktu karbonisasi, temperatur juga berpengaruh terhadap kadar abu bahan bakar arang ongkok. Kadar abu tertinggi terdapat pada temperatur 400°C dan waktu karbonisasi 120 menit yaitu 5,9% dan kadar abu terkecil terdapat pada temperatur 300°C dan waktu karbonisasi 60 menit, yaitu sebesar 4,5%. Kenaikan temperatur menyebabkan *volatile matter* menguap semakin banyak.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil kajian ongkok sebagai bahan bakar padat untuk mensubstitusi batubara telah memenuhi persyaratan. Ongkok tanpa karbonisasi memiliki kadar kalori yang rendah yaitu sebesar 2783 Kkal/kg. setelah proses karbonisasi terjadi peningkatan nilai kalori yang signifikan, dengan kondisi optimal pada temperatur 300°C dan waktu karbonisasi 90 menit dengan nilai kalori 6047 Kkal/kg. Kadar abu dan air yang rendah menjadikan arang ongkok layak menjadi bahan bakar alternatif sebagai pengganti batubara. Kadar abu maksimal adalah 5,9% dan kadar air maksimal adalah 1,6%.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Lembaga Penelitian, Pengabdian Masyarakat dan Penjaminan Mutu (LP3) Institut Teknologi Sumatera yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga

dihaturkan kepada rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu penelitian ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Saleh, A., Novianty, L., Murni, S., Nurrahmah, A., Analisis kualitas briket serbuk gergaji dengan penambahan tempering kelapa sebagai bahan bakar alternatif, *Jurnal Al-Kimia*, 2017, 5(1), 21-30.
- Polii, F. F., Pengaruh suhu dan lama aktifasi terhadap mutu arang aktif dari kayu kelapa, *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 2017, 12(2), 21-28.
- Iriany, Carnella, C., Novitasari, C., Pembuatan bioberiket dari pelepah dan cangkang kelapa sawit: pengaruh variasi komposisi bahan dan waktu karbonisasi terhadap kualitas briket, *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2016, 5(3), 31-37.
- Satmoko, M. E. A., Saputro, D. D., Budiyo A., Karakterisasi briket dari limbah pengolahan kayu sengon dengan metode cetak panas, *Jurnal Mechanical Engineering Learning*, 2013, 2(1), 14-25,
- Putro, S., Musabbikhah, Suranto, Variasi temperatur dan waktu karbonisasi untuk meningkatkan nilai kalor dan memperbaiki sifat proximet biomassa sebagai bahan pembuat briket yang berkualitas, *Prosiding Simposium Nasional RAPI XIV*, Surakarta, 15 Oktober 2015, hal 282.
- Surono, U. B., Peningkatan kualitas pembakaran biomassa limbah tongkol jagung sebagai bahan bakar alternatif dengan proses karbonisasi dan pembriketan, *Jurnal Rekayasa Proses*, 2010, 4(1), 13-18.
- Wicaksono, Rumpoko, Syamsu, Khaswar, Indah, Y., Cellulose Nanofibers from Cassava Bagasse Characterization, *Chemistry and material research*, 2013, 13(1), 79-88.