

## PENGARUH WAKTU DAN KECEPATAN UDARA PADA PROSES OKSIDASI PARSIAL DALAM PEMBUATAN BIOBRIKET DARI CANGKANG KELAPA SAWIT

### *THE EFFECT OF TIME AND AIR VELOCITY ON THE PARTIAL OXIDATION PROCESS IN MAKING BIO BRIQUETTES FROM OIL PALM SHELLS*

**Kristine Poby Sates Br Purba<sup>1\*</sup>, Sirajuddin<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering, Engineering Faculty, Mulawarman University  
Jl. Sambaliung No. 9, Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Petro dan Oleo Kimia, Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda  
Jl. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Panjang, Samarinda, Indonesia

\*email : [kristinepspurba@gmail.com](mailto:kristinepspurba@gmail.com)

(Received: 8 July 2021; Reviewed: 2 December 2021; Accepted: 30 December 2021)

#### Abstrak

Perkebunan kelapa sawit merupakan perkebunan yang cukup luas di Indonesia, salah satunya terdapat di P.T. TELEN Kabupaten Kutai Timur. Perkebunan tersebut, mengolah tandan buah segar sebesar 28.626.810 ton/tahun dan memperoleh limbah cangkang kelapa sawit sebesar 9.155.722 ton/tahun. Cangkang kelapa sawit dengan jumlah besar dapat diolah menjadi biobriket sehingga memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Pada penelitian ini, cangkang kelapa sawit diolah menjadi biobriket dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh waktu oksidasi parsial dan kecepatan udara terhadap kualitas biobriket yang dihasilkan agar sesuai dengan SNI 01-6235-2000. Pembuatan biobriket meliputi : pengeringan cangkang secara alami, pengarangan dengan memvariasikan waktu oksidasi parsial (30, 45 dan 60 menit) kecepatan udara (1 m/s, 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s dan 5 m/s), penghancuran arang, penyaringan serbuk arang, pencampuran arang dengan perekat, pencetakan, dan pengeringan biobriket dengan oven serta menganalisa biobriket yang dihasilkan. Hasil terbaik dari penelitian ini diperoleh dengan kadar air terendah 0,93%, kadar abu 3,71%, kadar zat mudah menguap 13,53%. Kadar *fixed carbon* tertinggi yaitu sebesar 76,19 % dan nilai kalor sebesar 6.674 kal/g.

**Kata kunci:** biobriket, cangkang kelapa sawit, pirolisis, oksidasi parsial

#### Abstract

*Oil palm plantations are quite extensive plantations in Indonesia, one found on P.T. TELEN at East Kutai District. The plantation processes fresh fruit bunches of 28,626,810 tons/year and obtains oil palm shell waste amounting to 9,155,722 tons/year. Large quantities of palm oil shells can be processed into bio briquettes to have high economic value. In this study, the palm oil shell was processed into a bio briquette to determine the effect of partial oxidation time and air velocity on the quality of bio briquette produced to comply with SNI 01-6235-2000. Biobriquette preparation includes natural drying of shells by varying the partial oxidation time (30, 45, and 60 minutes), air velocity (1 m/s, 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, and 5 m/s), charcoal destruction, charcoal powder filtration, charcoal mixing with adhesive, printing, and bio briquette drying with an oven and analyzing the bio briquette produced. The best results from this study were obtained with the lowest water content of 0.93%, ash content of 3.71%, volatile content of 13.53%. The highest fixed carbon content was 76.19%, and the heating value was 6,674 cal/g.*

**Keywords :** Bio briquettes, oil palm shells, pyrolysis, partial oxidation

## 1. PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit merupakan perkebunan yang cukup luas di Indonesia, salah satunya terdapat di P.T. Telen Teladan Prima Grup Desa Pengada Kecamatan Karangan Kabupaten Kutai Timur. P.T. TELEN mengelola tandan buah segar sebesar 128.626.810 ton/tahun. Pengelolaan tandan buah segar tersebut, menghasilkan limbah berupa cangkang kelapa sawit sebesar 9.155.722 ton/tahun. Cangkang kelapa sawit dapat diolah menjadi biobriket yang mempunyai beberapa manfaat yaitu dapat digunakan pada boiler untuk penggilingan gula, dapat digunakan pada pabrik-pabrik kimia, dapat juga digunakan pada unit ekstraksi minyak, selain itu biobriket dapat juga digunakan pada unit pembakaran batu untuk *furnace*, unit pengecoran dan pengeboran untuk memanaskan dan melelehkan logam (Bord, 2015).

Cangkang kelapa sawit mempunyai kadar zat terbang yang tinggi dan masih jauh dari persyaratan Standar Nasional Indonesia tentang mutu briket sehingga perlu diolah lagi. Selain dilihat dari kadar zat terbang yang tinggi dilihat juga dari nilai kalor yang tinggi, maka cangkang mempunyai potensi untuk diolah menjadi biobriket dengan metode oksidasi parsial sehingga mempunyai nilai kalor yang tinggi dengan kadar zat terbang yang rendah. Produk samping yang memiliki nilai energi panas tinggi adalah cangkang dan serat. Cangkang dan serat kelapa sawit dimanfaatkan sebagian besar atau seluruhnya sebagai bahan bakar boiler PKS (Muhammad, 2016). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari waktu dan kecepatan udara terhadap kualitas biobriket yang dihasilkan agar sesuai dengan SNI 01-6235-2000.

Umumnya limbah menjadi fenomena bagi berbagai industri, termasuk industri pengolahan kelapa sawit. Setiap pelaku bisnis berpikir bagaimana penanganan limbah yang tepat sehingga tidak mengganggu kondisi alam di sekitarnya dan tidak menghabiskan biaya yang cukup berarti terhadap cost produksi. Industri pengolahan kelapa sawit adalah salah satu industri yang memberikan kontribusi besar dalam menghasilkan limbah. Tempurung kelapa sawit merupakan limbah padat yang dihasilkan. Selama ini, tempurung kelapa sawit belum banyak dimanfaatkan. Padahal, persentase tempurung kelapa sawit cukup besar yaitu mencapai 30%. Jumlah yang demikian besar cukup memberikan alasan bagi penemuan teknologi pemanfaatan tempurung kelapa sawit. Pengolahan limbah tempurung kelapa sawit sebagai bahan baku biobriket sangat sederhana. Caranya dengan pemadatan melalui pembriketan, pengeringan, dan pengarangan. Dengan penggunaan teknologi yang sederhana, konversi tempurung kelapa sawit menjadi biobriket diharapkan mampu mengurangi ketergantungan terhadap BBM dan memberikan keuntungan dari aspek usaha pengolahan kelapa sawit karena dapat mereduksi biaya produksi (Hambali dkk., 2007).

Sebagai gasifikasi parsial. Suatu rangkaian proses fisik dan kimia terjadi selama proses pirolisis yang dimulai secara lambat pada  $T < 350^{\circ}\text{C}$  dan terjadi secara cepat pada  $T > 700^{\circ}\text{C}$ . Selama pirolisis, kelembaban menguap pertama kali ( $100^{\circ}\text{C}$ ), kemudian hemiselulosa terdekomposisi ( $200-260^{\circ}\text{C}$ ), diikuti oleh selulosa ( $200-340^{\circ}\text{C}$ ) dan lignin ( $280-500^{\circ}\text{C}$ ). Ketika suhu mencapai  $500^{\circ}\text{C}$ , reaksi pirolisis hampir selesai. Oleh karena itu, pada laju pemanasan  $10^{\circ}\text{C}/\text{detik}$ , pirolisis selesai dalam 1 menit, atau pirolisis selesai dalam 5 detik pada  $100^{\circ}\text{C}/\text{detik}$ . Semakin tinggi laju pemanasan maka semakin mempercepat pembentukan produk yang mudah menguap, meningkatkan tekanan, waktu tinggal yang pendek dari produk yang mudah menguap didalam reaktor, dan hasil produk cair yang lebih tinggi dinamakan pirolisis cepat atau kilat pirolisis. Meningkatnya suhu pirolisis menyebabkan menurunnya jumlah arang yang terbentuk dan meningkatkan pelepasan jumlah zat mudah menguap (Arsenault dkk, 2000).

Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya, di mana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Pirolisis adalah kasus khusus termolisis. Pirolisis ekstrim, yang hanya meninggalkan karbon sebagai residu, disebut karbonisasi. Proses ini merupakan peruraian dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas. Biasanya terdapat tiga produk dalam proses pirolisis yakni: gas (uap organik), *pyrolysis oil*, dan arang. Uap organik yang dihasilkan mengandung karbon monoksida, metana, karbon dioksida, tar yang mudah menguap dan air (Ratnasari, 2011). Gas yang terbentuk dapat dikumpulkan dan digunakan sebagai tambahan bahan bakar untuk pemanasan reaktor pirolisis (Oladeji dkk, 2015). Minyak hasil pirolisis biomasa mempunyai potensi menjadi pengganti bahan bakar minyak (Yaman, 2014). Sedangkan arang dapat digunakan untuk bahan bakar ataupun digunakan sebagai arang aktif.

Pirolisis merupakan proses pengarangan dengan cara pembakaran tidak sempurna bahan- bahan yang mengandung karbon pada suhu tinggi. Ketika proses pirolisis sedang berlangsung, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai, sebagian besar menjadi arang atau karbon. Pada umumnya proses pirolisis menggunakan reaktor tertutup yang terbuat dari baja, sehingga bahan tidak terjadi kontak langsung dengan oksigen. Umumnya proses pirolisis berlangsung pada suhu di atas 300°C dalam waktu 4-7 jam. Namun keadaan ini sangat bergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya (Haji dkk., 2007). Pada proses ini dibutuhkan energi panas yang dapat bersumber dari tenaga listrik maupun dari tungku pembakaran dengan bahan bakar berupa limbah kayu seperti potongan-potongan kayu, serbuk gergaji dan lain-lain. Produk yang dihasilkan dari proses pirolisis berupa arang (karbon padat), tar (minyak), dan gas permanen yang meliputi metana, hidrogen, karbon monoksida dan karbon dioksida (Suryawan, 2013). Produk lain yang dihasilkan yaitu asap cair sebagai produk samping dalam proses ini.

Pirolisis terbuka atau pengarangan adalah suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dalam jumlah oksigen sangat terbatas. Proses pirolisis ini berprinsip oksidasi parsial karena tidak memerlukan panas dari luar. Proses ini menyebabkan terjadinya proses penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap-uap asam asetat, tar-tar dan hidrokarbon. Sedangkan arang dihasilkan terbentuk dari pembakaran tidak sempurna. Arang yang terbentuk mempunyai bentuk yang berongga dan permukaan area yang cocok digunakan untuk pembuatan arang aktif. Secara umum reaksinya dapat ditulis sebagai berikut:



Pembakaran tidak sempurna akan menghasilkan CO, H<sub>2</sub>O dan C. Unsur C ini yang dihasilkan selanjutnya diaktifasi (Adinata, 2013). Proses pirolisis dapat dijalankan secara *batch*, maupun secara sinambung, tetapi pirolisis dengan prinsip oksidasi parsial umumnya dijalankan secara sinambung. Pada proses pirolisis dengan prinsip oksidasi parsial, mula- mula umpan dibakar dengan api langsung atau dengan bara. Kemudian udara dihembuskan pelan- pelan sampai pada keadaan konstan dan panas yang timbul dari reaksi oksidasi dipakai untuk pirolisis selanjutnya (Sulistyaningati, 1985). Oksigen atau udara dalam jumlah terbatas dapat berperan sebagai agen oksidasi. Produk gas terdiri dari CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sedikit hidrokarbon berantai lebih tinggi, air, nitrogen (apabila menggunakan udara sebagai sumber oksigen) dan berbagai kontaminan seperti partikel arang, debu, tar, hidrokarbon rantai tinggi, alkali, amonial, asam dan senyawa- senyawa sejenisnya (Yulistiani, 2009). Jika oksigen tersedia cukup, maka pembakaran menjadi lebih sempurna dengan menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, uap air, dan abu, sedangkan asap tidak terbentuk (Haji dkk, 2007). Semakin banyaknya oksigen yang bereaksi terhadap bahan bakar (pembakaran sempurna), maka akan semakin kecil CO yang dihasilkan (Ragland dan Borman, 1998).

Proses pirolisis semula biomassa terbakar secara oksidasi, yaitu dengan udara hasilnya berupa asap dan abu, namun secara perlahan udara di dalam bejana terdesak keluar akibat desakan asap yang terbentuk, semakin mengepul asap maka semakin baik proses yang terjadi karena mencegah udara masuk ke bejana, sehingga bejana hampa udara tersebut akan membentuk biomassa menjadi arang dengan bantuan asap. Pada proses pirolisis terjadi terhadap kayu, terjadi degradasi lignin sebagai akibat dari kenaikan temperatur sehingga dihasilkan senyawa-senyawa karakteristik sesuai dengan jenis kayu. Pada proses- proses tersebut, sangat penting dikaji komposisi laju pemanasan pirolisis karena laju pemanasan ini merupakan salah satu parameter penting dalam proses pirolisis. Secara bertahap pirolisis kayu, akan mengalami peruraian: hemiselulosa terdegradasi pada suhu 200 - 260°C, selulosa pada suhu 240 - 350°C, dan lignin pada suhu 280 – 500°C. Degradasi termal dapat dilakukan dengan adanya pelarut dalam jumlah rendah sehingga reaksi berjalan lebih cepat (Huornung, 2015).

Biobriket adalah briket yang terbuat dari bahan baku berasal dari jasad hidup diantaranya nabati tumbuhan, yaitu biomassa. Berbagai jenis bahan yang berkayu bisa digunakan sebagai bahan baku briket arang seperti berikut: sekam padi, serbuk gergajian, limbah tempurung kelapa, sabetan kayu, daun dan ranting pohon, ampas tebu, tandan kosong kelapa sawit dan lain-lain. Bahan baku yang digunakan sebaiknya dikelompokkan menurut jenis dan bentuknya sehingga memudahkan dalam proses pembuatan arang. Selain itu sebaiknya bahan berada dalam kondisi kering dan siap bakar sehingga tidak mengeluarkan asap yang terlalu banyak dan mempersingkat waktu pengarangan. Hal positif dari biomassa sebagai sumber energi alternatif adalah dapat memperbaiki kualitas pembakaran karena banyak

mengandung *volatile matter* (zat terbang) jenis H *volatile* sebagai  $\text{NH}_3$  (Murfihenni dan Hermawan, 2014).

Demikian pula biomassa mempunyai kandungan sulfur yang lebih rendah dibanding batu bara. Biobriket dari biomassa dapat juga digunakan dalam sistem pembakaran *cofiring*/pembakaran bersama batu bara pada industri boiler pembangkit tenaga listrik dari uap. Fungsinya adalah mereduksi emisi karbon dioksida dengan cara menggantisebagian bahan bakar batubara yang digunakan oleh *power plant*. Beberapa contoh kualitas mutu briket yang berstandar tinggi seperti tertera pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Contoh kualitas mutu briket

Parameter	Standar Nasional Indonesia No. 01-6235- 2000
Kadar air	Maks 8%
Kadar Zat Terbang	Maks 15%
Kadar Abu	Maks 8%
Kadar Kabon Terikat	Maks 77%
Keteguhan Tekan	-
Nilai Kalor	Min 5000 kal/g

Perbedaan biobriket dengan arang konvensional adalah pada bahan bakar briket terdapat penambahan bahan lain dan tingkat konsentrasi material karbonnya lebih tinggi karena adanya proses pemadatan. Dibandingkan dengan bahan bakar fosil briket biomassa mempunyai tingkat gas emisi netto (rumah kaca) lebih rendah, karena biobriket dari biomassa merupakan bagian dari siklus karbon. Bioriket arang dari biomassa adalah bahan bakar potensial yang mengandung kadar karbon relatif tinggi dan mempunyai nilai kalori tinggi. Briket arang dibuat dari bahan bioarang yang diperoleh dengan cara pembakaran terbatas terhadap biomassa kering atau tanpa udara. Biomassa dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar, akan tetapi kurang efisien hasilnya karena pada umumnya biomassa mempunyai nilai kalori rendah yaitu pada kisaran 3000 kkal/kg. Jadi untuk meningkatkan efisiensi pembakaran biomassa harus dibuat bioarang sehingga nilai kalornya meningkat pada kisaran 5000 kkal/kg (Murfihenni dan Hermawan, 2014). Kriteria biobriket yang baik untuk bahan bakar alternatif adalah biobriket harus memiliki sifat atau karakteristik dalam pembakaran yang antara lain terdiri: waktu pembakaran lama, kecepatan bakaran rendah, nilai kalori tinggi, nyala api besar dan mudah/cepat dapat dinyalakan. Langkah-langkah dalam proses pembuatan briket secara umum meliputi tahapan antara lain: Persiapan bahan baku, persiapan alat, preparasi/penghalusan bahan, pencampuran bahan perekat, pencetakan, pengeringan, pengujian/pengukuran kalor.

Teknologi pembriketan telah dikembangkan dunia ada 2 macam aliran yang berbeda, yaitu teknologi versi Eropa atau Amerika yaitu teknologi pembriketan dengan menggunakan pres piston sedangkan versi jepang secara independen menggunakan pres ulir. Masing-masing versi memiliki kelebihan dan kekurangannya. Kedua teknologi ini sudah banyak digunakan, akan tetapi karena keunggulannya teknologi pembriketan dengan pres ulir lebih banyak pemakainya. Saat ini teknologi pembriketan dengan teknologi tekanan tinggi, baik pada mesin pres ram/piston maupun pres ulir sudah digunakan. Briket hasil pres piston bentuknya solid sempurna, sedangkan bentuk briket hasil pres ulir memberikan lubang ditengahnya yang dapat membuat karakteristik pembakaran lebih baik. Aspek-aspek fundamental dalam pembriketan yaitu tekanan pengompakan, mekanisme pengikatan pada proses pemadatan, mekanisme pengompakan dan biaya (Murfihenni dan Hermawan 2014).

Kualitas briket sangat menentukan kualitas pembakaran. Kualitas briket yang prima akan menghasilkan pembakaran yang baik, bersih dari emisi, dan tidak mudah hancur. Beberapa faktor yang berpengaruh besar pada kualitas briket antara lain sebagai berikut:

a. Ukuran butir

Ukuran butir briket memengaruhi proses pembakaran. Sebab, semakin halus ukuran butir, bidang sentuh pada permukaan juga semakin besar. Dengan begitu, kontak langsung dengan udara semakin leluasa. Semakin kecil ukuran briket, proses pembakaran yang dihasilkan juga semakin baik. Reaksinya pun juga berlangsung dengan cepat.

b. Kuat tekan dan perekatan

Kuat tekan dan perekatan yang rendah menyebabkan briket mudah hancur, sehingga rawan pecah pada proses bongkar muat.

c. Bahan pencampur atau imbuhan

Bahan imbuhan yang baik dan seimbang akan menurunkan pencemaran (emisi), misalnya menurunkan kadar belerang. Di samping itu, adonan yang baik dan jumlah bahan imbuhan yang tepat meningkatkan kualitas briket dalam hal pembakaran dan kekuatan, sehingga briket tidak mudah hancur (Mulyantono & Isman, 2008).

d. Kecepatan aliran udara

Terus meningkatnya kecepatan udara akan menimbulkan tekanan aliran dan jumlah oksigen yang meningkat, sehingga laju pembakaran bahan bakar akan naik yang bersamaan dengan naiknya temperatur.

e. Jenis bahan bakar

Jenis bahan bakar akan menentukan karakteristik bahan bakar. Karakteristik tersebut antara lain kandungan *volatile matter* (zat-zat yang mudah menguap) dan kandungan air. Semakin banyak kandungan *volatile matter* pada suatu bahan bakar maka akan semakin mudah bahan bakar padat tersebut untuk terbakar dan menyala.

f. Bahan Perekat

Perekat diperlukan dalam pembuatan briket bioarang. Hal ini karena sifat alami bubuk arang yang cenderung saling memisah. Dengan bantuan bahan perekat atau lem, butir-butir arang dapat disatukan dan dibentuk sesuai kebutuhan. Pemilihan jenis perekat sangat berpengaruh terhadap kualitas bioarang. Hal ini disebabkan perekat akan mempengaruhi kalor pada saat pembakaran (Muji dan Surahma, 2014).

Terdapat beberapa jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai pengikat untuk pembuatan briket, yaitu:

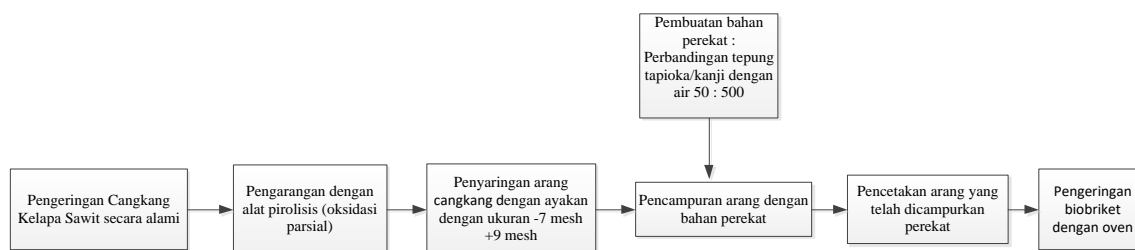
- a. Perekat anorganik Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Contoh dari pengikat anorganik antara lain semen, lempung, natrium.
- b. Perekat organik Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik di antaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase dan parafin (Sulistyanto, 2006).

Penelitian yang dilakukan oleh (Purwanto, 2015) menggunakan cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku untuk menjadi biobriket. Hasil penelitian tersebut mempunyai kadar zat terbang yang tinggi yaitu diantara 70,49% - 81,95% dan masih jauh dari persyaratan SNI biobriket sehingga perlu diolah lagi. Kadar zat terbang erat kaitannya dengan kecepatan pembakaran, waktu pembakaran, dan banyaknya asap yang ditimbulkan pada saat pembakaran (Hansen dkk, 2009). Semakin tinggi laju pemanasan maka semakin mempercepat pembentukan produk yang mudah menguap, meningkatkan tekanan, waktu tinggal yang pendek dari produk yang mudah menguap didalam reaktor, dan hasil produk cair yang lebih tinggi dinamakan pirolisis cepat atau kilat pirolisis. Meningkatnya suhu pirolisis menyebabkan menurunnya jumlah arang yang terbentuk dan meningkatkan pelepasan jumlah zat mudah menguap (Arsenault dkk, 2000). Beberapa pertimbangan diatas maka penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan kecepatan udara dan waktu pembakaran agar menghasilkan biobriket sesuai dengan SNI 01-6235-2000.

## **2. METODOLOGI**

### **2.1 Uraian Proses**

Cangkang kelapa sawit dikeringkan secara alami kemudian dimasukkan ke dalam alat pirolisis dengan metode oksidasi parsial sebanyak 1,5 kg. Memvariasikan kecepatan udara dan waktu pirolisis mulai dari 1 m/s, 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s dengan waktu 30 menit, 45 menit, dan 60 menit dengan tujuan untuk membentuk cangkang kelapa sawit menjadi arang. Kemudian hasil arang tersebut diayak untuk mendapatkan ukuran yang sama dengan menggunakan ayakan dengan ukuran 7 mesh. Setelah mendapatkan hasil ukuran yang sama, selanjutnya yaitu mencampurkan arang dengan perekat larutan kanji 20% agar merekat dan terbentuk biobriket yang diinginkan. Kemudian tahap terakhir yaitu pengeringan biobriket di dalam oven selama 1 jam dengan suhu 110°C dengan tujuan untuk mengurangi kadar air setelah pemberian perekat.



Gambar 1. Flow chart pembuatan biobriket dari cangkang kelapa sawit

## 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set alat pirolisis dengan prinsip oksidasi parsial, kompresor, termokopel, kompor pemanas, cawan porselin, cawan petri, ayakan 7 mesh, oven, gelas kimia 500 ml, kaca arloji, spatula, neraca analitik, cetakan biobriket. Sedangkan bahan yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit, larutan kanji 20%, akuades.

## 2.3 Prosedur Analisa

### 2.3.1 Analisa Produk Kadar Air

Kadar air (*moisture content*) yang terlalu tinggi sangat berpengaruh terhadap pembakaran, karena panas yang dihasilkan oleh briket digunakan untuk menguapkan air terlebih dahulu. Untuk menguapkan setiap 1% kadar air dibutuhkan panas sebesar 9,6 kkal/kg.

### 2.3.2 Kadar Abu

Abu adalah bahan yang tersisa apabila bahan bakar padat dipanaskan hingga berat konstan. Kandungan abu dapat ditentukan melalui metode ASTM D 3174- 02 '*Standard practice of determination of ash in the analysis sample of coal and coke from coal*'.

### 2.3.3 Kadar Zat Mudah Menguap (*Volatille Matter*)

Kadar zat terbang adalah banyaknya zat yang hilang bila sampel dipanaskan pada suhu dan waktu yang telah ditentukan. Jika kandungan zat terbang semakin tinggi, semakin baik pula pembakarannya. Hal tersebut ditunjukkan dengan semakin panjang lidah api. Ini adalah bagian dari biomassa yang mungkin terlepas ketika biomassa dipanaskan, misalnya, selama karbonisasi. Tingginya *volatile matter* dapat mengakibatkan tingginya pelepasan emisi selama pembakaran. Oleh karena itu, masalah volatil rendah sangat penting (Asamoah dkk, 2016). Kadar zat terbang erat kaitannya dengan kecepatan pembakaran, waktu pembakaran, dan banyaknya asap yang ditimbulkan pada saat pembakaran (Hansen dkk, 2009). Kandungan kadar zat menguap yang tinggi akan menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat briket arang dinyalakan, hal ini disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol yang ada pada arang (Hendra dan Pari, 2000).

### 2.3.4 Fixed Carbon

*Fixed carbon* adalah bahan bakar padat yang tertinggal dalam tungku setelah bahan mudah menguap didestilasi. Kandungan utamanya adalah karbon. Selain mengandung karbon, *fixed carbon* juga mengandung hidrogen, oksigen, sulfur, dan nitrogen yang tidak terbawa gas. Sebagian besar pembakaran briket berada pada tahap pembakaran karbon terambat ini. Karbon terambat akan bereaksi dengan udara dan menghasilkan panas.

### 2.3.5 Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu gram bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperatur 1 gram air dari 3,5°C-4,5°C, dengan satuan kalori. Nilai kalor ditentukan dengan cara membakar sampel dengan oksigen didalam sebuah *bomb calorimeter* yang telah dikalibrasi dalam kondisi terkontrol kalorimeter distandarisasikan dengan membakar asam benzoat murni. Nilai GCV dihitung dari pengamatan suhu sebelum, selama, dan sesudah pengamatan. Untuk pengujian nilai kalor digunakan standar ASTM D 1928-1976 (Mulyantono & Isman, 2008).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan biobriket dari cangkang kelapa sawit dengan metode oksidasi parsial dengan beberapa variasi waktu oksidasi parsial dan kecepatan udara menghasilkan kualitas biobriket yang ditunjukkan pada Tabel 2.

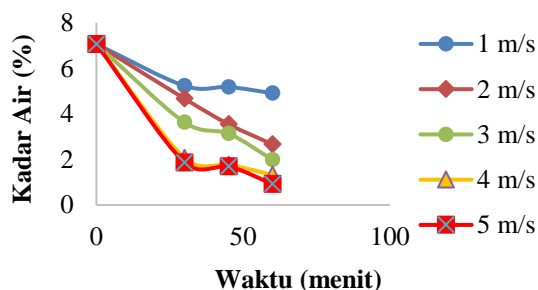
Tabel 2. Hasil pengujian kualitas biobriket

No.	Kecepatan Udara (m/s)	Waktu Oksidasi Parsial (menit)	Analisa Kadar (%)			Fixed Carbon (%)	Nilai Kalor (kal/g)
			Air	Abu	Zat Terbang		
1.	1	30	5,23	3,71	22,86	68,20	6511,4
		45	5,18	4,71	22,82	67,29	6451,1
		60	4,91	5,92	21,21	67,96	6275,6
2.	2	30	4,67	5,39	22,81	67,13	6416,7
		45	3,55	5,50	21,72	69,23	6363,1
		60	2,66	6,05	18,90	72,39	6875,4
3.	3	30	3,63	6,63	20,18	69,56	6674,0
		45	3,14	7,28	19,2	70,38	6225,8
		60	1,99	10,17	18,88	68,96	6305,5
4.	4	30	2,06	7,73	19,46	70,75	6318,4
		45	1,77	8,81	19,00	70,42	6490,6
		60	1,33	10,74	17,96	69,97	6508,8
5.	5	30	1,87	8,92	18,56	70,65	6210,1
		45	1,70	10,84	17,28	70,18	6593,6
		60	0,93	13,40	16,00	69,67	6299,0

### 3.2 Pembahasan

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan yaitu, mengetahui pengaruh dari kecepatan udara dan waktu pirolisis terhadap kualitas dari biobriket yang dihasilkan. Suhu pembakaran sekitar 200-340°C dan terjadi degradasi selulosa. Suhu pembakaran <350°C merupakan pirolisis lambat. Pada penelitian yang dilakukan, suhu pembakaran tidak konstan karena terdapat udara yang masuk dengan kecepatan tertentu sehingga semakin besar kecepatan udara maka suhu akan semakin naik. Kualitas biobriket meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, *fixed carbon*, dan nilai kalor (Arsenault, 2004).

#### 3.2.1 Kadar Air

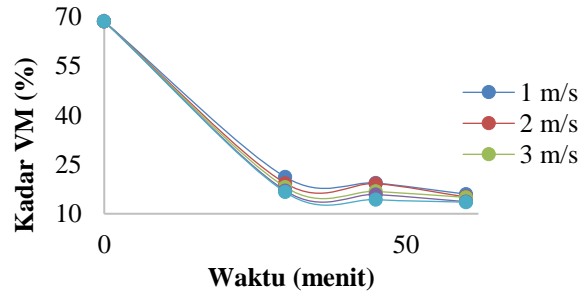


Gambar 2. Kadar air terhadap variasi kecepatan udara dan waktu pembakaran

Tabel 2 menunjukkan bahwa variasi kecepatan udara dan waktu pembakaran memiliki kadar air terendah sebesar 0,93% dan tertinggi sebesar 5,23%. Gambar 2 kadar air mengalami penurunan seiring meningkatnya kecepatan udara dan bertambahnya waktu pembakaran dan seiring meningkatnya kecepatan udara. Semakin lama waktu pembakaran dan kecepatan udara meningkat, maka semakin

rendah kadar air yang diperoleh. Kadar air pada cangkang kelapa sawit sebelum diolah menjadi biobriket adalah sebesar 7,06 % dan setelah diolah menjadi biobriket dengan mengalami proses pembakaran, kadar air menjadi turun akibat pembakaran. Dari hasil yang diperoleh terdapat kadar air yang telah memenuhi SNI 01-6235-2000 tentang briket arang kayu. Kadar air dapat mempengaruhi nilai kalor, dimana kadar air yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor pembakaran pada biobriket sehingga sangat mempengaruhi penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif.

### 3.2.2 Kadar Zat Menguap



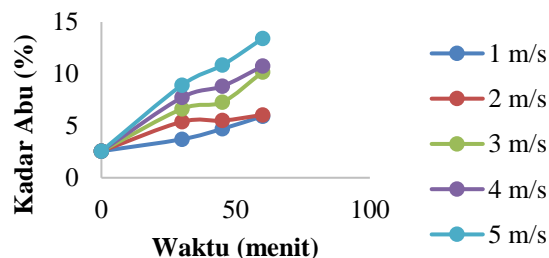
Gambar 3. Kadar zat menguap terhadap variasi kecepatan udara dan waktu pembakaran

Kadar zat menguap (*volatile matter*) merupakan salah satu penentuan kualitas suatu biobriket. Jika kandungan zat terbang semakin tinggi, semakin baik pula pembakarannya. Hal tersebut ditunjukkan dengan semakin panjang lidah api. Pada saat proses pengarangan, terdapat banyak asap yang keluar akibat terjadinya pembakaran. Biobriket yang dihasilkan pada penelitian ini, diharapkan mempunyai kadar zat menguap yang rendah sehingga pada saat penggunaan bahan bakar padat tidak terlalu banyak asap yang timbul.

Kadar zat menguap yang tinggi dapat mengakibatkan pelepasan emisi yang tinggi sehingga dapat mencemari lingkungan. Tabel 3.1 terdapat kadar zat menguap terendah pada kecepatan udara 5 m/s dengan waktu pembakaran 60 menit yaitu sebesar 16,00% dan kadar zat menguap yang tertinggi berada pada kecepatan udara 1 m/s dengan waktu pembakaran 30 menit yaitu sebesar 22,86%. Kadar zat menguap mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu pembakaran.

Penurunan kadar zat menguap pada saat kecepatan 5 m/s dengan waktu pembakaran 60 menit yang ditunjukkan pada Gambar 3. Hal tersebut terjadi karena suhu pembakaran meningkat sehingga pelepasan zat menguap menjadi meningkat. Meningkatnya suhu pirolisis menyebabkan menurunnya jumlah arang yang terbentuk dan meningkatkan pelepasan jumlah zat volatil (Arsenault dkk, 2000). Sehingga pada saat analisa kualitas biobriket, kadar zat menguap menjadi rendah akibat pelepasan zat menguap pada saat pembakaran. Proses pengarangan memberikan kesempatan untuk menguapkan kadar zat menguap sebanyak-banyaknya. Akibatnya pada saat pengujian diperoleh kadar zat menguap yang rendah.

### 3.2.3 Kadar Abu



Gambar 4. Kadar abu terhadap variasi kecepatan udara dan waktu pembakaran

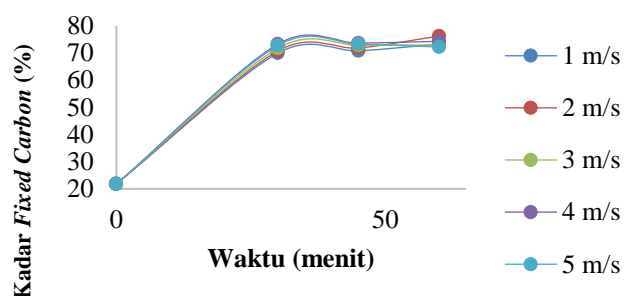
Kadar abu merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk melihat kualitas dari biobriket yang dihasilkan. Terdapat kadar abu yang terendah pada kecepatan udara 1 m/s dengan waktu



pembakaran 30 menit yaitu sebesar 3,71% dan yang tertinggi pada kecepatan udara 5 m/s dengan waktu pembakaran 60 menit yaitu sebesar 13,40% yang di tunjukkan pada Tabel 2.

Terdapat kadar abu yang semakin meningkat akibat dari kecepatan udara yang meningkat dengan waktu pembakaran yang lama. Hal tersebut dapat dilihat dari Gambar 3. Tingginya kandungan abu pada kecepatan 5 m/s dengan waktu 60 menit diakibatkan oleh kandungan abu pada bahan baku tidak dapat terbakar dan tertinggal setelah proses pembakaran. Kadar abu yang tinggi akan mengurangi nilai kalor dan dapat memperlambat proses pembakaran. Pengolahan bahan baku/biomassa menjadi biobriket memiliki kadar abu yang tinggi karena terjadinya proses pembakaran yang tidak sempurna (Yuwono, 2009).

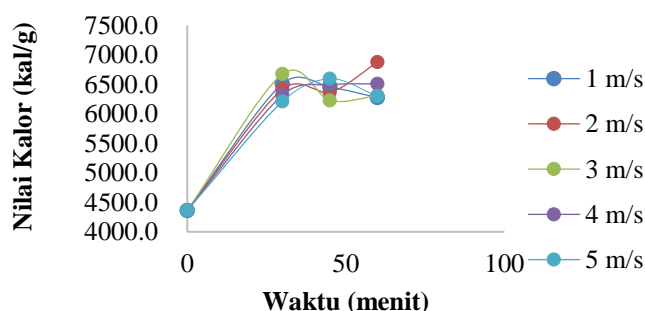
### 3.2.4 Fixed Carbon



Gambar 5. Fixed carbon terhadap variasi kecepatan udara dan waktu pembakaran

Kadar karbon terikat (*fixed carbon*) adalah fraksi karbon (C) yang terikat dalam briket arang selain fraksi air, abu dan zat menguap. Nilai kadar karbon terikat diperoleh melalui perhitungan berat sampel (100%) dikurangi dengan jumlah kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap. Penentuan *fixed carbon* sangat bergantung pada kadar abu, air dan zat menguap. Kadar *fixed carbon* yang tertinggi yang ditunjukkan pada Tabel 2 yaitu kecepatan 2 m/s dengan waktu 60 menit yaitu 72,29% dan yang terendah yaitu pada kecepatan 1 m/s dengan waktu 45 menit yaitu 67,29%. Pada penelitian yang dilakukan, terdapat *fixed carbon* yang belum memenuhi SNI 01-6235-2000 tentang briket arang kayu yaitu minimal 77%.

### 3.2.5 Nilai Kalor



Gambar 6. Nilai kalor terhadap variasi kecepatan udara dan waktu pembakaran

Nilai kalor merupakan salah satu parameter yang paling penting dalam pembuatan biobriket. Semakin tinggi nilai kalor maka semakin tinggi juga kualitas biobriket yang dihasilkan. Bahan baku/biomassa yang akan diolah menjadi biobriket dapat mempengaruhi nilai kalor. Cangkang kelapa sawit memiliki nilai kalor sebesar 4362,9 kal/g dan setelah diolah menjadi biobriket, nilai kalor cangkang kelapa sawit menjadi tinggi akibat proses pembakaran. Gambar 5 untuk waktu pembakaran 30 menit dengan variasi kecepatan udara mempunyai nilai kalor tertinggi berada pada kecepatan 3 m/s yaitu 6674 kal/g. Pada waktu pembakaran 30 menit terjadi penurunan nilai kalor. Penurunan terjadi karena adanya penguapan molekul karbon pada saat pembakaran sehingga terbentuk abu yang mengurangi nilai kalor.

Sedangkan pada waktu pembakaran 45 menit dengan variasi kecepatan udara terdapat nilai kalor tertinggi berada pada kecepatan udara 5 m/s yaitu 6593 kal/g. Pada waktu pembakaran 60 menit dengan variasi kecepatan udara terdapat nilai kalor tertinggi berada pada kecepatan udara 2 m/s yaitu 6875,4 kal/g. Semakin tinggi kecepatan udara akan membuat suhu pembakaran menjadi naik sehingga waktu pembakaran yang lama akan membuat nilai kalor menjadi berkurang. Nilai kalor yang tinggi akan menghasilkan pembakaran yang baik.

#### **4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa semakin lama waktu oksidasi parsial yaitu 60 menit dengan kecepatan udara yaitu, 5 m/s maka semakin rendah kadar air, zat mudah menguap dan nilai kalor diperoleh, sedangkan kadar abu menjadi semakin tinggi. Selain itu, kadar *fixed carbon* tertinggi berada pada waktu oksidasi parsial 60 menit dengan kecepatan udara 2 m/s. Kadar *fixed carbon* dapat dipengaruhi oleh kadar air, abu, dan zat menguap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh nilai kadar air, kadar abu, zat mudah menguap, nilai kalor dan *fixed carbon* memenuhi standar SNI 01-6235-2000.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Adinata, R.M. (2013) 'Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif', Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jatim.
- Arsenault, (2004) 'Karakteristik Kuat Tekan Dan Pembakaran Briket Kayu Glugu Dan Sekam Padi', <https://www.google scholar.co.id>
- Asamoah, B., Josiane N., Solomie G. (2016) 'A Review on Production, Marketing and Use of Fuel Briquettes', *International Water Management Institute*. Sri Lanka.
- Bord N. (2015) 'The Complete Book on Biomass Based Product', <https://books.google.co.id/books>
- Haji, A.G., Mas'ud, Z.A., Lay, B.W., Sutjahjo, S.H., dan Pari, G. (2007) 'Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Organik Padat (*Characterization of Liquid Smoke Pyrolyzed from Solid Organic Waste*)', *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(3), pp. 111-118.
- Hambali dkk. (2006) 'Teknologi Bioenergi', <https://books.google.co.id>
- Hansen MT, Jain AR, Hayes S, Bateman P. (2009) 'English Handbook for Wood Pellet Combustion. Intelligent Energy for Europe'.
- Huornung, A. (2015) 'Biomass Combustion Science, Technology and Engineering', <https://books.google.co.id>
- Mulyantono dan Isman, (2008) 'Bertahan di Tengah Krisis', <https://books.google.co.id>
- Muhammad, A. (2016) 'Pengelolaan Kelapa Sawit', [https://books.google.co.id/pengelolaan\\_kelapa\\_sawit\\_books](https://books.google.co.id/pengelolaan_kelapa_sawit_books).
- Murfihenni, W., dan Hermawan, D. (2014), 'Pengolahan Bahan Baku Briket dan Asap Cair'. Bandung.
- Muzi, I., dan Surahma, A. M. (2014), 'Perbedaan Konsentrasi Perekat Antara Briket Bioarang Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Briket Bioarang Tempurung Kelapa Terhadap Waktu Didih Air', *Jurnal KESMAS*, 8(1).
- Pari, G., dan Hartoyo, (1983) 'Beberapa Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Limbah Arang Aktif', Bogor: Puslitbang Hasil Hutan
- Purwanto, D. (2015) 'Pengaruh Ukuran Partikel Tempurung Kelapa Sawit dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Biobriket', Banjarbaru: Balai Riset dan Standarisasi Industri.
- Purwanto, D. & Sofyan, (2014) 'Pengaruh Ukuran Partikel Tempurung Kelapa Sawit dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Biobriket', Banjarbaru: Balai Riset dan Standarisasi Industri.
- Ratnasari, F. (2011) 'Pengolahan Cangkang Kelapa Sawit dengan Teknik Pirolisis Untuk Produksi Bio-Oil', Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ragland, K.W., & Borman, G.L. (1998), 'Combustion Engineering', Mc. Graw-Hill Book Co. Singapore.
- Sulistyaningati, L. (1985) 'Pirolisis Tempurung Kelapa Secara Batch Dengan Prinsip Oksidasi Parsial', Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Sulistyanto, A. (2006) 'Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa', 7.
- Suryawan, B. (2013), 'Pengaruh Variasi Temperaur Pirolisis dan Pemadatan Char Serbuk Kayu Mahoni Terhadap Thermal Conductivity', Jurusan Teknik Mesin, Malang: Universitas Brawijaya.

- Oladeji, J.T., Itabiyi, E.A., Okekunle, P.O. (2015) 'A Comprehensive Review of Biomass Pyrolysis as a Process of Renewable Energy Generation', *Journal of Natural Sciences Research*, 5(5).
- Yaman, S., (2004) 'Pyrolysis of Biomass to Produce Fuels and Chemical Feed Stocks', *Energy Conversion and Management*, 45, pp. 651-671.
- Yulistiani, F. (2009), 'Kajian Tekno Ekonomi Pabrik Konversi Biomassa Menjadi Bahan Bakar Fischer-Tropsch Melalui Proses Gasifikasi', Program Studi Teknik Kimia. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Yuwono, J. (2015), 'Pengaruh Penambahan Bahan Penyala pada Briket Arang dari Limbah Serbuk Kayu Jati. Jurusan Teknik Kimia Malang: Universitas Brawijaya.