

## **Pengaruh Suhu Terhadap Karakteristik Arang Hasil Pirolisis Kulit Kolang-Kaling (*Arenga pinnata*)**

Yuniarti<sup>\*1)</sup>, Eka Megawati<sup>1)</sup>, Ana Dewi<sup>1)</sup>, Debora Ariyani<sup>1)</sup>, Meita Rezki Vegetama<sup>1)</sup>, Ain Sahara<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Pengolahan Minyak dan Gas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Transad KM. 08 Kelurahan Karang Joang, Balikpapan, 76125, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Instrumentasi dan Elektronika Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Transad KM. 08 Kelurahan Karang Joang, Balikpapan, 76125, Indonesia

[yuniaryunie@yahoo.com]

### **ABSTRAK**

Tumbuhan Aren masuk dalam sepuluh besar komoditas perkebunan di Kalimantan Timur. Limbah kulit buah kolang-kaling selama ini belum banyak dimanfaatkan, kecuali untuk pupuk. Limbah kulit buah Aren memiliki tekstur tidak seragam, tetapi bagian dalam bertekstur keras, sehingga bisa dimanfaatkan untuk membuat arang. Arang dibuat dengan proses pirolisis dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku briket sebagai salah satu sumber energi baru terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bioarang sebagai bahan baku pembuatan briket dengan nilai kalor yang paling tinggi melalui proses pirolisis. Pembuatan bioarang dimulai dengan proses pengeringan bahan baku kemudian dilanjutkan dengan pemanasan sampel dalam reaktor pirolisis selama 1 jam. Proses berlangsung dengan variable tetapnya adalah berat sampel sebesar 500 g dan waktu pemanasan selama 1 jam, dan variable berubahnya adalah suhu pembakaran. Pirolisis dilakukan pada suhu 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C. Massa arang yang didapatkan adalah 487,23 g, 438,37 g, 402,03 g, 318,1 g dan 278,84 g. Nilai kalor yang dihasilkan adalah 4158,7 kal/g, 4432,5 kal/g, 4620,2 kal/g dan 4840,7 kal/g. Kadar abunya masing-masing adalah 12,01%, 14,64%, 14,99%, 15,25% 21,98%. Volatile Matter yang didapatkan 76,50%, 69,67%, 61,68%, 56,71%, 47,15%. Sedangkan *fixed carbon* bioarang adalah 0,80%, 8,93%, 9 78%, 11,30%, 16,31%. Bioarang hasil pirolisis dilihat karakteristiknya dengan pengujian proksimat. Bioarang dengan nilai kalor tertinggi didapat pada suhu 400°C yaitu 4840,7 kal/g.

**Kata kunci:** Kulit buah kolang-kaling, Nilai Kalor, Pirolisis, Bioarang.

### **ABSTRACT**

*Sugar palm plants are included in the top ten plantation commodities in East Kalimantan. So far, kolang-kaling fruit peel waste has not been widely used, except for fertilizer. Palm peel waste has a non-uniform texture, but the inside is hard, so it can be used to make charcoal. Charcoal is made by pyrolysis process and can be used as raw material for briquettes as a new renewable energy source. This study aims to obtain biochar as a raw material for making briquettes with the highest calorific value through the pyrolysis process. The manufacture of biochar begins with the drying process of the raw materials and then proceeds with heating the sample in a pyrolysis reactor for 1 hour. The process takes place with the constant variable is the sample weight of 500 g and the heating time for 1 hour, and the variable that changes is the combustion temperature. Pyrolysis was carried out at temperatures of 200 °C, 250 °C, 300 °C, 350 °C, and 400 °C. The mass of charcoal obtained was 487.23 g, 438.37 g, 402.03 g, 318.1 g and 278.84 g. The resulting calorific value is 4158.7 cal/g, 4432.5 cal/g, 4620.2 cal/g and 4840.7 cal/g. The ash content were 12.01%, 14.64%, 14.99%, 15.25% 21.98%, respectively. Volatile Matter obtained 76.50%, 69.67%, 61.68%, 56.71%, 47.15%. While the fixed carbon biochar is 0.80%, 8.93%, 9 78%, 11.30%, 16.31%. The characteristics of the pyrolysis biochar are seen by proximate testing. Biochar with the highest calorific value was obtained at a temperature of 400 °C, namely 4840.7 cal/g.*

**Keywords:** Palm fruit peel, Calorific value, Pyrolysis, Charcoal

## 1. PENDAHULUAN

Potensi perkebunan aren yang tersebar di seluruh lahan atau hutan di Kalimantan Timur mencapai 1013 hektar dari total luas lahan atau hutan sebesar 17 juta hektar. Nilai produktivitas dari pohon aren termasuk 5 besar di daerah Kalimantan Timur, yaitu 598 ton per hektar [1]. Pohon aren di wilayah Kalimantan timur tersebar di hutan-hutan maupun dalam perkebunan rakyat. Pohon aren dikenal sebagai tumbuhan yang memiliki banyak manfaat. Pohon aren mirip dengankelapa di mana Sebagian besar bagian tanamannya bisa dimanfaatkan, seperti bagian daun yang bisa menjadi atap rumah, bagian lidi bisa dijadikan sapu dan bagian tandan aren merupakan bahan baku gula aren atau gula merah. Buah aren yang terkenal dengan kolang – kaling biasanya untuk dikonsumsi sebagai bahan campuran olahan minuman dan makanan manis. Buah kolang-kaling memiliki tekstur berair tanpa dinding dalam yang keras yang disebut buni [2,3].

Kolang–kaling banyak digunakan dalam berbagai macam olahan minuman di Indonesia. Terlebih pada bulan ramadan, permintaan kebutuhan kolang-kaling pasti meningkat. kolang-kaling yang didapat dari buah aren, pada proses pemisahan dengan kulit biji, buah kolang-kaling akan menyisakan residu kulitnya . Seiring dengan konsumsi kolang-kaling oleh masyarakat sebagai bahan makanan, maka menimbulkan masalah pencemaran lingkungan akibat adanya limbah kulit kolang-kaling. Seperti halnya limbah industri kolang-kaling yang banyak terdapat di daerah Samarinda, di mana kulit buah kolang-kaling dibiarkan menjadi sampah lingkungan. Untuk mengurangi limbah tersebut, maka kulit buah kolang-kaling bisa dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif berbasis biomassa. Pohon Aren (*Arenga pinnata*) merupakan salah satu jenis biomassa yang berpotensi karena ketersediaan yang banyak di wilayah Kalimantan Timur. Menurut Ridhuan dan Suranto (2017) biomassa adalah campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan beberapa mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Biomassa merupakan hasil dari senyawa organik yang dihasilkan oleh makhluk hidup [4].

Hasil pertanian dan kehutanan akan menghasilkan limbah biomassa yang tidak berguna, sehingga apabila ingin bernilai ekonomi maka perlu diubah menjadi sumber energi bahan bakar alternatif [5], yaitu dengan mengubahnya menjadi bioarang yang memiliki nilai kalor lebih tinggi melalui teknologi pirolisis.

Bioarang sendiri bisa diartikan sebagai arang yang diperoleh dari hasil membakar biomassa dengan kadar air yang rendah dengan sedikit atau tanpa udara (pirolisis) [6,7]. Teknologi pirolisis adalah terapan proses dari dekomposisi *thermal* dari bahan organik dengan atau tanpa oksigen, di mana terjadi pemecahan struktur kimia menjadi cair dan gas serta meninggalkan residu berupa karbon [8].

Limbah Kulit kolang-kaling yang dibuang tanpa dimanfaatkan untuk apapun oleh industri kolang-kaling di daerah Lempake , Samarinda, Kalimantan Timur, berpotensi dalam mencemari lingkungan. Dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomi dari limbah kulit kolang-kaling tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai potensi limbah kulit kolang-kaling menjadi sumber energi baru terbarukan. Dengan melihat potensi biomassa yang dihasilkan oleh limbah kulit kolang-kaling di daerah Lempake Samarinda yang cukup besar, maka limbah kulit kolang-kaling

akan diubah menjadi bahan bakar alternatif melalui pirolisis untuk menghasilkan bioarang sebagai bahan baku pembuatan biobriket.

Proses optimasi nilai kalor arang menggunakan pirolisis telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian tentang limbah kulit buah kolang-kaling sebelumnya pernah dilakukan oleh Utari (2018) yang dimanfaatkan untuk pupuk kompos [9]. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Susanti (2013) memanfaatkan limbah pembuatan tepung kolang-kaling menjadi *biochar* menggunakan pirolisis [10]. Limbah kulit kolang-kaling juga pernah dibuatkan briket oleh Supriyadi, dkk (2014) tetapi tanpa melalui proses pirolisis dan tidak dianalisis nilai kalornya [11]. Sedangkan pembuatan bioarang dari pelepah aren telah dilakukan oleh Junary, dkk (2015) menggunakan pirolisis dengan variasi suhu dan waktu [12].

Dari uraian yang telah dijelaskan di atas dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan limbah biomassa dengan variasi waktu dan suhu. Limbah kulit kolang-kaling bisa digunakan untuk bahan baku briket dengan melakukan proses karbonasi terlebih dahulu, tetapi tidak dilakukan pengoptimalan nilai kalor dan arangnya tidak dilakukan analisis proksimat. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pirolisis menggunakan variabel suhu dengan melakukan Analisis proksimat pada arang hasil pirolisis.

Analisis proksimat di atas tersebut perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik arang hasil dari proses pirolisis, sehingga arang tersebut layak untuk dijadikan briket. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan arang dengan nilai kalor yang paling tinggi melalui proses pirolisis. Bagian kulit kolang-kaling yang keras banyak mengandung lignin, sehingga berpotensi untuk menghasilkan arang dengan nilai kalor yang tinggi. Arang ini dimanfaatkan sebagai bahan baku briket sebagai sumber energi alternatif.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi langsung ke lapangan dan pendekatan kuantitatif di laboratorium.

### 2.1. Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit buah kolang-kaling yang diperoleh dari industri pembuatan kolang-kaling yang diambil langsung di Samarinda, Kalimantan Timur.

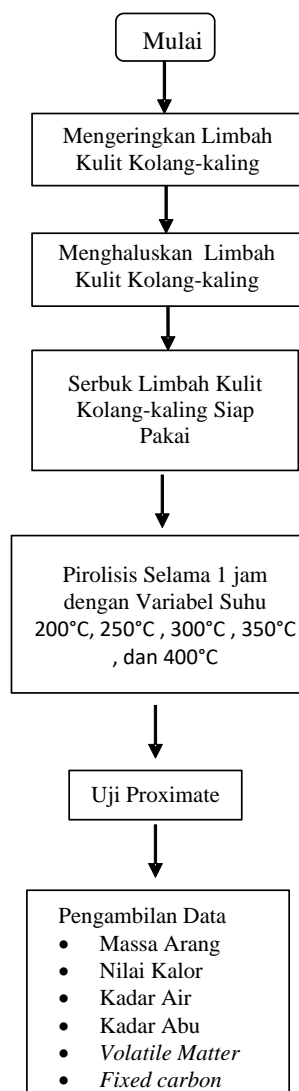
Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu rangkaian alat pirolisis, seperti pada Gambar 1. Percobaan dilakukan di Politeknik Negeri Samarinda (POLNES), Kalimantan Timur, Peralatan percobaan meliputi reaktor pembakaran yang dilengkapi pemanas dari sumber listrik. Sebagai pengontrol suhu, maka dipasang termokopel pada reaktor pirolisis.



**Gambar 1.** Rangkaian alat pirolisis

## 2.2. Prosedur Kerja

Langkah kerja dalam melakukan penelitian ini dapat dilihat secara garis besar pada Gambar 2 di bawah ini.



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian

Kulit kolang-kaling yang masih basah dihilangkan kadar airnya dengan mengkontakkan langsung cengan sinar matahari selama 14 hari, yang dimaksudkan agar

mengurangi kandungan air dalam sampel. Setelah kering, kulit kolang-kaling kemudian dihaluskan dengan menggunakan *crusher*. Sampel yang sudah halus ditimbang sebanyak 500 g, dan dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Selama proses pirolisis berlangsung, setiap 5 menit suhu dicatat dan proses pembakaran dilakukan selama 1 jam. Setelah satu jam, pemanasan dihentikan dan ditunggu sampai asap yang keluar dari alat pirolisis tidak keluar lagi. Proses ini berjalan dengan suhu awal 200°C dan suhu tertinggi 400°C. Sampel yang sudah dalam bentuk serbuk arang kemudian diuji proksimat untuk mengetahui karakteristik arangnya.

### **2.3. Analisis Proksimat**

Analisis Proksimat adalah pengujian secara kimia yang digunakan untuk mengetahui kualitas dari batu bara. Analisis batubara meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu yang sesuai dengan pengujian [8,9].

#### **1. Nilai Kalor**

Nilai kalor digunakan sebagai penentu kualitas bahan bakar yang merupakan ukuran dari energi panas dalam bahan. Nilai kalor adalah banyaknya panas yang dapat dilepaskan oleh setiap kilogram bahan jika dibakar sempurna. Dalam sistem internasional (SI), nilai kalor dinyatakan dalam satuan joule/g dan satuan *British* dikenal dengan cal/g. Nilai kalor bahan bakar terdiri dari nilai kalor atas (HHV) dan nilai kalor atas (LHV) [13]. Perbedaan HHV dan LHV bisa dilihat dari air hasil pembakarannya, di mana untuk HHV air hasil pembakaran berwujud cair sedangkan HHV dalam bentuk uap [14].

#### **2. Kadar Air**

Kadar air menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan tersebut. Kadar air akan menghambat proses pembakaran karena panas akan diserap air terlebih dahulu untuk menguapkan sehingga diperlukan panas yang lebih banyak dalam pembakaran. Kadar air diperoleh dengan melakukan pemanasan terhadap sampel, di mana sampel sebelum dan sesudah pemanasan ditimbang kemudian berat penimbangan sebelum pemanasan dikurangi berat sesudah pemanasan. Sampel yang sudah selesai dipanaskan dimasukkan ke desikator agar kelembapan nya seimbang dengan udara sekitar.

#### **3. Kadar Abu**

Analisis kadar abu bertujuan untuk memisahkan bahan organik dan bahan anorganik dalam suatu bahan. Kandungan abu suatu bahan menggambarkan kandungan mineral pada bahan tersebut. Abu terdiri dari mineral yang larut dalam sabun dan mineral yang tidak larut dalam sabun. Kandungan bahan organik suatu pakan terdiri protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN).

Kadar abu dilakukan dengan jalan mengabukan bahan dengan cara membakar bahan tersebut dalam oven/*furnace* pada suhu tinggi sehingga semua karbon yang ada dalam sampel habis terbakar. Penggunaan suhu yang tinggi bertujuan untuk membakar bahan organik dalam sampel sampai habis, dan menyisakan bagian anorganik dari sampel berupa abu. Namun, abu juga mengandung bahan organik seperti sulfur dan fosfor dari protein, dan beberapa bahan yang mudah terbang seperti natrium, klorida,

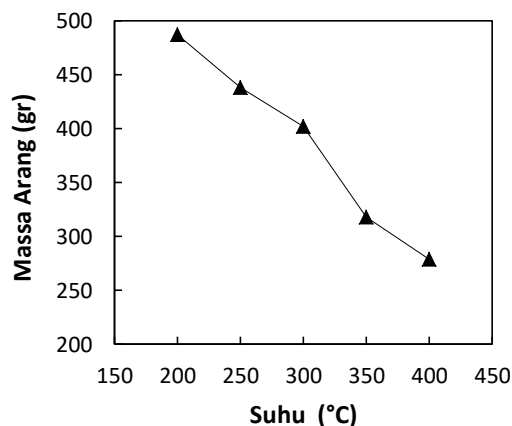
kalium, fosfor dan sulfur akan hilang selama pembakaran. Kandungan abu dengan demikian tidaklah sepenuhnya mewakili bahan inorganik pada makanan baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pirolisis dari kulit kolang-kaling dilakukan dengan cara pengumpulan bahan kulit kolang-kaling, penjemuran untuk mengurangi kadar air, pirolisis sampel selama 1 jam dengan suhu 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, sehingga sampel kulit kolang-kaling berubah menjadi arang. Proses pirolisis menggunakan alat pirolisis pembakaran yang dilakukan di Politeknik Negeri Samarinda (POLNES) dengan menggunakan sampel kulit kolang-kaling sebanyak 500 g pada variasi suhu 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, dengan waktu 1 jam. Sampel hasil pirolisis dapat diidentifikasi berupa, nilai kalor, kadar air, kadar abu, *volatile matter*, dan *fixed carbon*.

#### 3.1. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Massa Bioarang

Dengan waktu pemanasan selama satu jam, maka dapat dilihat pengaruh suhu terhadap penurunan massa dari arang pada Gambar 3. Hal ini dapat membuktikan bahwa sebagian kandungan dari cangkang kulit kolang-kaling sudah terkonversi ke dalam wujud lain, seperti abu, gas dan uap air. Produk abu dapat dilihat dari terbentuknya *biochar* sebagai residu pembakaran yang terdapat di reaktor pirolisis. Kemudian produk uap air menjadi satu dalam hasil pirolisis berupa asap cair (*bio oil*). Dan produk gas dapat dilihat dari gas yang dihasilkan selama pemanasan dan disalurkan melalui pipa pembuangan gas.

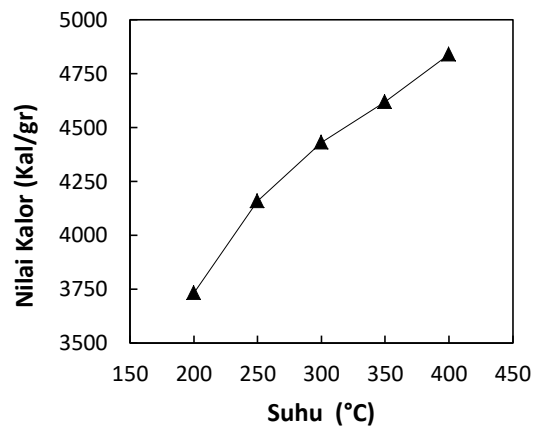


**Gambar 3.** Pengaruh suhu pirolisis terhadap massa bioarang kulit kolang-kaling.

Pada pemanasan 200°C, sampel tidak banyak mengalami penguraian senyawa yang ditunjukkan massa sesudah pemanasan sebesar 487,23 g. Sehingga dapat dikatakan bahwa belum terjadi pembakaran secara maksimal pada suhu pemanasan 200°C. Massa arang hasil pirolisis secara berurutan dari interval suhu yang digunakan adalah 487,23 g, 438,37 g, 402,03 g, 318,1 g dan 278,84 g. Penurunan massa arang juga diperlihatkan pada pirolisis *kraft pulp mill sludge* yang dilakukan oleh Susanto (1993). Dalam penelitian tersebut dihasilkan penurunan massa pada suhu 400°C, 500°C dan 700°C dengan penurunan dari 66,20% massa menjadi 62,38% massa [2].

### 3.2. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Nilai Kalor Bioarang Kulit Kolang-Kaling

Gambar 4 menggambarkan hubungan suhu dengan nilai kalor di mana semakin tinggi suhu pirolisis maka semakin besar nilai kalornya, dan nilai kalor tertinggi berada pada suhu 400°C dengan waktu 1 jam. Nilai kalor memegang peranan penting dalam penentuan kualitas dari arang, karena standar kualitas batu bara dilihat dari rentang nilai kalornya. Jika nilai kalor terlalu kecil maka nilai ekonomis dari bioarang tersebut juga akan kecil sehingga tidak menguntungkan apabila dipakai sebagai bahan bakar minyak.



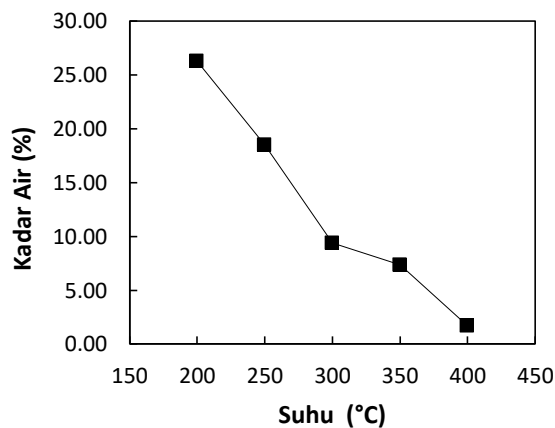
**Gambar 4.** Pengaruh suhu pirolisis terhadap nilai kalor bioarang kulit kolang-kaling.

Pada pemanasan 200°C, nilai kalor yang dihasilkan hanya 3733,3 kal/gam. Nilai kalor bertambah searah dengan penambahan suhu pemanasan. Nilai kalor yang didapat berturut-turut dari suhu 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C adalah 4158,7 kal/g, 4432,5 kal/g, 4620,2 kal/g dan 4840,7 kal/g. Kenaikan nilai kalor seiring dengan kenaikan suhu juga ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Arman, dkk (2017), di mana kalor naik dari 6600,19 kal/g menjadi 6711,4 kal/g [16].

Pada suhu 400°C, kulit kolang-kaling sudah terdekomposisi sempurna, hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan warna menjadi hitam di mana teksturnya sangat rapuh. Pirolisis dengan suhu 400°C menyebabkan perubahan warna kulit kolang-kaling menjadi warna hitam dengan tekstur halus. Morfologi tersebut menandakan bahwa kalsium oksida sudah terbentuk dan hasilnya nanti banyak mengandung kalsium oksida. Kalsinasi yang dilakukan pada suhu 200°C masih berwarna coklat yang berupa serbuk di mana teksturnya masih kasar. Keadaan ini membuktikan bahwa nilai kalor yang dihasilkan pada suhu 400°C sudah bagus.

### 3.3. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Kadar Air Bioarang Kulit kolang-kaling

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan. Peningkatan kandungan air dalam bahan akan mengakibatkan penurunan nilai kalor, seperti terlihat pada Gambar 5 di bawah ini.



**Gambar 5.** Pengaruh Suhu pirolisis terhadap kadar air bioarang kulit kolang-kaling.

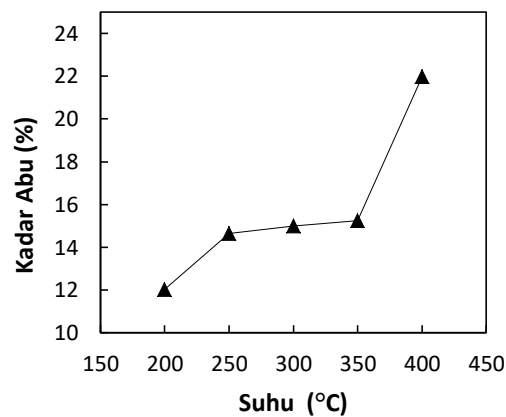
Suhu pembakaran yang tinggi akan membantu air yang terkandung dalam sampel untuk mencapai titik didihnya dengan cepat yang kemudian berubah fasenya menjadi gas. Gas yang keluar ini apabila dikondensasi akan berubah menjadi air yang bisa bercampur dengan senyawa lain yang dinamakan tar. Penurunan Kadar air diperlihatkan juga pada pirolisis batubara dan limbah tongkol jagung sebelum dan sesudah pirolisis. Penurunan dari 10,9 menjadi 1,97 % dan 9,79 menjadi 3,41% [16].

#### **3.4. Pengaruh Suhu terhadap Kadar Abu Bioarang Kulit Kolang-Kaling**

Abu yang dihasilkan dari pirolisis dengan interval suhu yang telah ditetapkan secara berurutan adalah 12, 01 %, 14,64%, 14,99 %, 15,255 dan di suhu tertinggi didapat abu sebanyak 21,98%. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sampathkumar Velusamy, dkk yang menggunakan kulit bawang dan kulit asam jawa, kenaikan kadar abu dari 3,83% menjadi 11,14 %, hal ini tergantung dari bahan baku yang digunakan [17].

Gambar 6 menggambarkan hasil penelitian, dimana semakin tinggi suhu pirolisis maka semakin besar kadar abu yang dihasilkan. Sesuai dengan beberapa teori yang ada, yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu pirolisis maka akan semakin banyak sisa hasil pembakaran yang disebut sebagai kadar abu. Adanya abu yang banyak akan menyumbat pori-pori pada arang sehingga mengurangi luas permukaan arang.



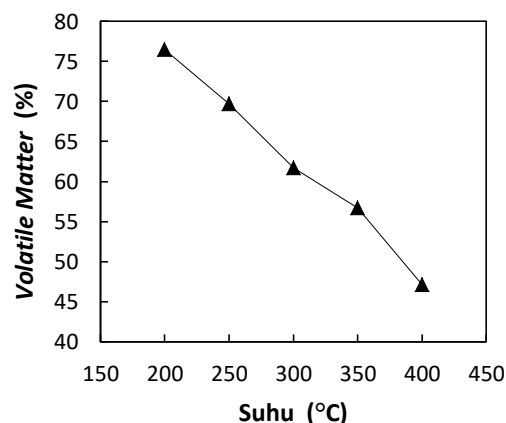


**Gambar 6.** Pengaruh suhu pirolisis terhadap kadar abu bioarang kulit kolang-kaling.

### 3.5. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap *Volatile Matter* Bioarang Kulit Kolang-Kaling

*Volatile matter* atau dikenal dengan zat terbang dan mudah menguap adalah kandungan zat dalam bahan yang sangat tergantung dari kecepatan pemanasan. *Volatile matter* adalah zat-zat organik yang ada dalam suatu bahan dan dapat dihilangkan dengan pemanasan pada suhu yang tinggi. Zat *volatile* yang tinggi akan menurunkan nilai kalor sehingga kualitas dari arang akan berkurang.

Dalam Gambar 7 terlihat bahwa semakin tinggi suhu pirolisis, maka kandungan *volatile matter* dalam sampel akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan zat *volatile matter* sangat sensitif terhadap kenaikan suhu, dimana dengan naiknya suhu pemanasan, maka zat-zat *volatile* ini akan cepat menguap. Penurunan *Volatile Matter* juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Arman, dkk (2017) di mana penurunan untuk batubara dari 40,25% menjadi 37,71 % sedangkan tongkol jagung dari 69,805 menjadi 27,91 % [16].

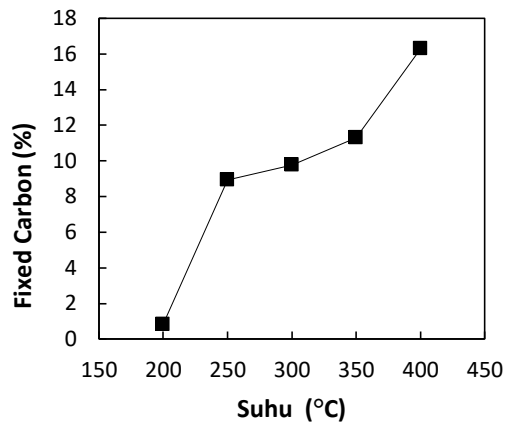


**Gambar 7.** Pengaruh suhu pirolisis terhadap *volatile matter* bioarang kulit kolang-kaling.

### 3.6. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap *Fixed Carbon* Bioarang Kulit Kolang-Kaling

Gambar 8 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya suhu pirolisis akan mengakibatkan kenaikan *fixed carbon*. Dengan semakin berkurangnya kandungan zat-zat

organik, kandungan air dan zat volatile, maka senyawa yang ada dalam bahan sebagian besar akan membentuk karbon. Hasil tersebut sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Muhammad Nur Alam, dkk (2022) di mana kadar *fixed carbons* mengalami kenaikan setelah dilakukan pirolisis, dengan nilai *fixed carbon* dari 68,64% menjadi 80,51% [18].



**Gambar 8.** Pengaruh suhu pirolisis terhadap *Fixed Carbon* bioarang kulit kolang-kaling.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Cangkang kulit kolang-kaling berpotensi untuk dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar berbasis biomassa. Nilai kalor tertinggi didapat pada suhu 400°C. Semakin tinggi suhu pirolisis maka semakin tinggi nilai kalornya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kondisi operasi maksimum pada pembuatan bioarang kulit kolang-kaling adalah pada suhu 400°C dengan waktu 1 jam, di mana didapat nilai kalor sebesar 48470,7 kal/g, kadar air 1,71%, kadar abu 21,98 %, *volatile matter* 47,15% dan *fixed carbon* 16,30%.

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan analisis proksimal untuk sampel sebelum di pirolisis. Selain itu, kelanjutan hasil arang bisa digunakan untuk pembuatan briket maupun untuk arang aktif sebagai bahan pemurnian air, sehingga penelitian bisa dilakukan secara berkesinambungan dan bermanfaat untuk masyarakat.

#### REFERENSI

- [1] Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur, 2022, laporan-tahunan-dinas-perkebunan-tahun-2021.
- [2] H. Sunanto, *Aren: Budidaya dan multigunanya*. Penerbit Kanisius, 1993.
- [3] M. Lempang, "Pohon aren dan manfaat produksinya," *Buletin Eboni*, vol. 9, no. 1, pp. 37–54, 2012.
- [4] K. Ridhuan dan J. Suranto, "Perbandingan pembakaran pirolisis dan karbonisasi pada biomassa kulit durian terhadap nilai kalori," *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, Vol. 5, no. 1, 2017.
- [5] C. D. Sucipto, "Teknologi pengolahan daur ulang sampah," *Yogyakarta: Gosyen Publishing*, 2012.

- [6] S. Saparudin, S. Syahrul, dan N. Nurchayati, "Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis Terhadap Kadar Hasil Dan Nilai Kalor Briket Campuran Sekam Padi-Kotoran Ayam," *Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, vol. 5, no. 1, 2015.
- [7] S. Winaya dan N. Suprpta, "Prospek Energi dari Sekam Padi dengan Teknologi Fluidized Bed Combustion," *Inovasi Online*, vol. 11, 2008.
- [8] T. Iskandar, S. Suhudi, dan A. Mokhtar, "Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Asap Cair Menggunakan Teknologi Pyrolisis Di Desa Sempu Dan Jetis Lor Kecamatan Nawangan Kabupaten Pacitan," *JAST: Jurnal Aplikasi Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [9] A. Utari, "Pemanfaatan Limbah kulit buah aren sebagai pupuk kompos terhadap evaluasi nutrisi silase rumput gajah pada ternak ruminansia," *Eksakta: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*, vol. 3, no. 1, pp. 9–24, 2018.
- [10] R. Susanti, "Processing Biochar from Solid Waste of Arenga Pinnata Flour Industry," *Eksergi*, vol. 11, no. 1, pp. 31–36, 2013.
- [11] S. Supriyadi, M. Masturi, P. A. Mahardika, D. J. Pratiwi, dan S. Susilo, "Pembuatan Briket Berbahan Limbah Kulit kolang-kaling di Desa Jatirejo Gungpati Semarang," *Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*, vol. 12, no. 1, pp. 25–31, 2014.
- [12] E. Junary, J. P. Pane, dan N. Herlina, "Pengaruh suhu dan waktu karbonisasi terhadap nilai kalor dan karakteristik pada pembuatan bioarang berbahan baku pelepah aren (Arenga pinnata)," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [13] M. A. Almu, S. Syahrul, dan Y. A. Padang, "Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (Calophyllum Inophyllum) Dan Abu Sekam Padi," *Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, 2014.
- [14] M. Nasution, "Bahan Bakar Merupakan Sumber Energi Yang Sangat Diperlukan Dalam Kehidupan Sehari Hari," *JET (Journal of Electrical Technology)*, vol. 7, no. 1, pp. 29–33, 2022.
- [15] S. Syamsudin, H. Susanto, dan S. Subagjo, "Isothermal Pyrolysis of Kraft Pulp Mill Sludge," *Reaktor*, vol. 14, no. 4, pp. 298–304, 2013.
- [16] M. Arman, A. Makhsud, A. Aladin, M. Mustafiah, dan R. A. Majid, "Produksi bahan bakar alternatif briket dari hasil pirolisis batubara dan limbah biomassa tongkol jagung," *Journal of Chemical Process Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 16–21, 2017.
- [17] S. Velusamy, A. Subbaiyan, S. Kandasamy, M. Shanmugamoorthi, and P. Thirumoorthy, "Combustion characteristics of biomass fuel briquettes from onion peels and tamarind shells," *Arch Environ Occup Health*, vol. 77, no. 3, pp. 251–262, 2022, doi: 10.1080/19338244.2021.1936437.
- [18] M. N. Alam, "Pengaruh Suhu Pirolisis Terhadap Kadar Fixed Carbon dari Karbon Aktif Kulit Batang Sagu." *CJCS (Cokroaminoto Journal of Chemical Science)*, vol. 4, no. 2, pp. 19-22, Oct. 2022.