



Pengaruh Karbonisasi Terhadap Karakteristik Tempurung Kelapa Berdasarkan Uji Proksimat Dan Nilai Kalor

Alieftiyani Paramita Gobel ^{1,a)}, A.Taufik Arief ¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Indralaya, Sumatera Selatan (30662)

^{a)} e-mail: alieftiyani@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan biomassa seperti tempurung kelapa telah banyak dimanfaatkan sebagai energi alternatif dengan meningkatkan kualitas tempurung kelapa menjadi arang dengan proses karbonisasi. Proses karbonisasi dilakukan untuk meningkatkan mutu tempurung kelapa dengan mengurangi kadar air dan meningkatkan nilai kalor. Sehingga, penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis karakteristik tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa yang telah dikarbonisasi sebagai persyaratan teknis untuk digunakan sebagai bahan bakar padat. Metodologi penelitian dilakukan dengan tiga tahap yaitu proses preparasi, karbonisasi dan pengujian laboratorium. Analisis terhadap karakteristik tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa agar memenuhi persyaratan teknis yaitu SNI 01-6235-2000 dan PERMEN ESDM NO.47 Tahun 2006 untuk dijadikan bahan bakar padat biobriket. Proses preparasi dilakukan pada tempurung kelapa murni sedangkan proses karbonisasi dilakukan pembakaran tempurung kelapa dengan sedikit kontak udara hingga menjadi arang. Selanjutnya pengujian laboratorium meliputi analisis proksimat dan nilai kalor pada tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa karakteristik tempurung kelapa pada beberapa parameter seperti kadar air dan *volatile matter* masih tinggi sehingga mempengaruhi rendahnya kandungan karbon dan nilai kalor yaitu 2114.22 cal/gr. Sebaliknya, karakteristik arang tempurung kelapa pada parameter seperti kadar air dan *volatile matter* persentasenya menurun dan kandungan karbon dan nilai kalor meningkat menjadi 3716.32 cal/gr. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tempurung kelapa belum memenuhi persyaratan teknis sedangkan setelah dilakukan modifikasi dengan proses karbonisasi menjadi arang tempurung kelapa kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang menurun mempengaruhi persentase kadar karbon dan nilai kalor yang meningkat.

Kata kunci: energi alternatif, karbonisasi, tempurung kelapa, uji proksimat

ABSTRACT

The carbonization method has been widely utilized to improve the quality of biomass such as coconut shells for use as alternative energy. By lowering the water content and boosting the calorific value of coconut shells, the carbonization procedure improves their quality. As a result, the goal of this study is to examine the features of carbonized coconut shell and coconut shell charcoal as technical requirements for usage as solid fuels. The preparation process, carbonization, and laboratory testing were all part of the research approach. Analysis of the properties of coconut shell and coconut shell charcoal in order to meet the technical standards of SNI 01-6235-2000 and PERMEN ESDM NO. 47 of 2006 for use as solid fuel biobriquettes. The preparation process is carried out on pure coconut shells while the carbonization process is carried out by burning coconut shells with a little air contact to become charcoal. Furthermore, laboratory testing includes proximate analysis and calorific value of coconut shell and coconut shell charcoal. The results of laboratory tests showed that the characteristics of coconut shells on several parameters such as water content and volatile matter were still high, thus affecting the low carbon content and calorific value of 2114.22 cal/gr. On the other hand, the characteristics of coconut shell charcoal on parameters such as moisture content and volatile matter percentage decreased and the carbon content and calorific value increased to 3716.32 cal/gr. Therefore, it can be concluded that the coconut shell has not met the technical requirements, while after being modified by the carbonization process into coconut shell charcoal, the water content, ash content and volatile content decreased affecting the percentage of carbon content and increased calorific value.

Keywords: alternative energy, carbonization, coconut shell, proximate test

I. PENDAHULUAN

Batubara sebagai energi fosil saat ini diklasifikasikan sebagai energi yang tidak dapat diperbaharui. Adanya eksploitasi besar-besaran terhadap komoditas batubara demi pemenuhan energi secara global mengakibatkan ketersediaan cadangan batubara semakin berkurang. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan energi dunia sebesar 13,5 miliar ton sebanding dengan penggunaan minyak yaitu dikisaran 565 EJ (exajoule) dan jumlah tersebut meningkat rata-rata 1,7% per tahun pada tahun 2017 (Diji, 2013). Melihat kondisi ini, maka perlu inovasi dalam pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) dalam pemenuhan energi secara global. Peningkatan pemanfaatan energi terbarukan perlu dilakukan sehingga angka 19,3% pemanfaat EBT saat ini meningkat secara global. Matahari, angin, air, biomassa, panas bumi adalah sumber penting energi terbarukan (BP UK, 2018). Biomassa dapat berupa produk sisa hasil hutan dan pabrik, pertanian, peternakan, tumbuhan air, sampah kota dan industri (Esmar, 2011). Berbagai inovasi mengenai perkembangan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) dari biomassa telah banyak dilakukan seperti pembuatan biobriket dari limbah kayu, sampah, bambu, sekam padi, sekam serbuk gergaji, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit dan kulit kacang.

Penggunaan biomassa secara langsung sebagai bahan bakar belum efisien dan efektif dalam menghasilkan panas. Biomassa memiliki nilai kalor sebesar 3000 kalori sedangkan bioarang memiliki nilai kalor mencapai 5000 kalori (Siahaan dkk, 2013). Oleh karena itu, upaya peningkatan kualitas tempurung kelapa sebagai biomassa dilakukan dengan proses pengarangan. Pengarangan biomassa agar menghasilkan bioarang terbagi menjadi dua cara, yaitu: karbonisasi dan pirolisis. Pengarangan tanpa oksigen (pirolisis) dilakukan dengan memberikan temperatur tinggi tanpa udara (oksigen), sehingga terjadi proses dekomposisi dengan penyerderhanaan senyawa menjadi molekul-molekul. Proses karbonisasi dibagi atas empat tahap berdasarkan kenaikan suhu, yaitu: a) Suhu 100-105°C terjadi proses penguapan air, b) Suhu 200-240°C terjadi proses dekomposisi hemiselulosa dan selulosa menjadi larutan piroglinat, proses depolimerisasi dan pemutusan ikatan C – O dan C – C serta penguraian lignin menghasilkan tar pada suhu 240-400°C, c) saat di suhu < 400 °C terjadi pembentukan perlapisan aromatik dan penguraian lignin yang terjadi hingga suhu 500°C, d) proses pembesaran luas permukaan arang pada suhu 600°C dan selanjutnya dapat terbentuk arang aktif dengan proses pemurnian mencapai suhu 1000°C (Rahman, 2011).

Arang tempurung kelapa menjadi bahan baku utama pembuatan berbagai jenis produk yang bernilai jual tinggi berupa briket tempurung kelapa. Berbagai hal menarik yang menjadi alasan arang tempurung kelapa sebagai bahan bakar alternatif biobriket harus dikembangkan antara lain : (a) bahan baku biobriket relatif mudah didapat dan murah, (b) biobriket mempunyai nilai kalor yang cukup, (c) biobriket bersifat ramah lingkungan, dan (d) biobriket mudah dibuat dengan teknologi sederhana. Penggunaan arang tempurung kelapa dijadikan biobriket karena memiliki unsur karbon yang tinggi sehingga dapat dijadikan bahan bakar. Berdasarkan penelitian Bledzki, dkk (2010) di dalam Esmar Budi (2011) sebelumnya menunjukkan bahwa tempurung kelapa secara kimia mengandung selulosa (34%), hemiselulosa (21%) dan lignin (27%) sedangkan secara unsur mengandung 74,3% C, 21,9% O, 0,2% Si, 1,4% K, 0,5% S dan 1,7% P (Esmar, 2011).

Penelitian sebelumnya telah dibahas mengenai upaya peningkatan kualitas biomassa dengan proses karbonisasi diantaranya oleh M. Tirono dan Ali Sabit (2011) yang melakukan analisis pengaruh suhu terhadap nilai kalor tempurung kelapa menyatakan bahwa temperatur pengarangan memberikan peningkatan nilai kalor. Hal ini ditunjukkan dengan waktu pemanasan selama 90 menit dengan variasi temperatur. Penelitian tersebut menunjukkan hasil bahwa pada temperatur 200°C, perolehan nilai kalor terkecil sebesar 5238,009 kal dan pada temperatur 550°C perolehan nilai kalor tertinggi sebesar 8142,685 kal. Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Satriyani Siahaan, dkk (2013) yang menganalisis temperatur optimum dan lamanya proses karbonisasi arang dari sekam padi. Berdasarkan uji proksimat yang dilakukan menunjukkan bahwa suhu 400°C selama 120 menit merupakan kondisi optimum pengarangan sekam padi. Penelitian yang sama juga pernah dilakukan Erwin Junary, dkk (2015) yang menganalisis pengaruh temperatur dan lamanya karbonisasi mempengaruhi nilai kalor arang pelepah aren. Temperatur dan lamanya proses pengarangan dapat mengurangi kadar air dan *volatil matter* (VM), tetapi tidak berlaku pada kadar abu. Temperatur optimum untuk pengarangan pelepah aren adalah 350°C selama 120 menit dan perolehan nilai kalor sebesar 8611,2581 kal/g (Erwin dkk, 2015).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan maka untuk mencapai karakteristik dan kualitas arang sebagai bahan baku biobriket sesuai SNI No. 1/6235/2000 diperlukan modifikasi tempurung kelapa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa yang telah dikarbonisasi sebagai persyaratan teknis untuk digunakan sebagai bahan bakar padat. Perbedaan penelitian ini dengan sebelumnya yaitu adanya perbedaan jumlah tempurung kelapa pada proses karbonisasi yang akan mempengaruhi waktu pengarangan. Pada penelitian ini, proses karbonisasi menggunakan tempurung kelapa dengan jumlah banyak yaitu 100 kg sehingga proses karbonisasi memerlukan waktu yang lama yaitu ± 12 jam dengan tujuan agar proses karbonisasi terjadi secara merata. Selain itu, pada pengambilan sampel uji pada drum pengarangan juga mempengaruhi hasil analisis. Oleh karena itu, pengambilan sampel uji terbagi atas 3 bagian yaitu bagian atas, tengah dan bawah. Perlakuan ini bertujuan mengetahui keberhasilan proses karbonisasi secara menyeluruh pada tempurung kelapa di drum pengarangan konvensional.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen dengan 2 (dua) tahap yaitu tahap pembuatan dan tahap pengujian di laboratorium Teknik Kimia Politeknik Sriwijaya. Bahan baku tempurung kelapa pada penelitian ini diperoleh dari limbah tempurung kelapa tanpa mengetahui umur dan jenis kelapa. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain drum pengarangan, karung goni, timbangan, terpal, sikat kawat, pipa besi dan korek api. Tempurung kelapa yang diperoleh sebagian besar telah terkontaminasi oleh air, sehingga untuk mengurangi air tersebut dilakukan proses penjemuran. Proses penjemuran dipengaruhi oleh cuaca. Pada cuaca panas penjemuran dapat dilakukan selama 2-3 hari. Setelah dilakukan penjemuran, tempurung kelapa dibersihkan dari pengotornya. Proses analisis dilakukan mengacu kepada data primer dan data sekunder sebagai berikut:

- a) Data primer terdiri dari hasil pengujian proksimat dan nilai kalor tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa.
- b) Data sekunder berupa studi literatur seperti buku dan beberapa jurnal mengenai biobriket dari berbagai jenis biomassa, standar briket menurut SNI 01-6235-2000 dan PERMEN ESDM No. 47 Tahun 2006 tentang Pedoman Pembuatan dan Pemanfaatan Briket Batubara dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara.

2.1 Tahap Karbonisasi

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan arang tempurung kelapa dengan proses pembakaran sedikit udara. Proses karbonisasi menggunakan drum plat besi yang dimodifikasi sebagai tungku karbonisasi. Proses ini dilakukan selama 12 jam hingga tempurung kelapa menjadi arang. Penentuan waktu pengarangan selama 12 jam ini dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah tempurung kelapa yang banyak dalam satu kali proses pengarangan pada penelitian ini yaitu 100 kg dan penerapan metode karbonisasi yang konvensional. Dengan waktu tersebut, proses pengarangan dapat mencapai suhu pembakaran yang merata secara keseluruhan dan arang tempurung yang dihasilkan sempurna secara fisik. Secara fisik, arang yang terbakar berwarna hitam mengkilap secara keseluruhan dengan bentuk yang masih kokoh. Setelah proses pengarangan, selanjutnya dilakukan pendinginan selama 3-5 jam dan sampel siap dilakukan tahap selanjutnya yaitu pengujian di laboratorium.

2.2 Tahap Pengujian Laboratorium

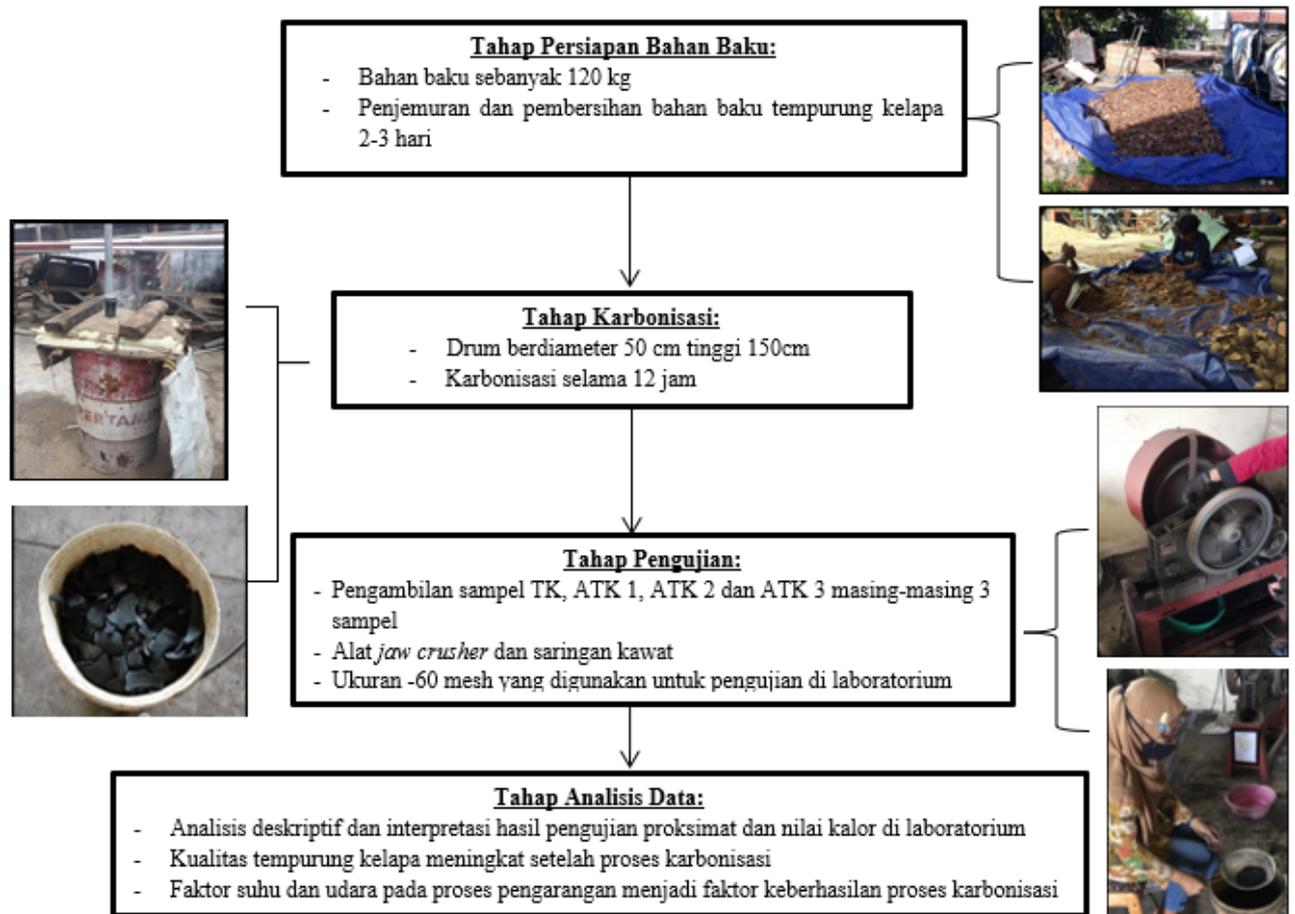
Setelah pembuatan arang tempurung selesai, kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian di laboratorium. Sebelum dilakukan pengujian, sampel diambil dari drum pengarangan dibagi menjadi 3 bagian yaitu atas, tengah dan bawah. Tahapan pengujian yang dilakukan yaitu pengujian proksimat (kandungan air, kandungan zat terbang, kandungan abu, kandungan karbon) dan kalori. Sampel di uji di laboratorium sebanyak 10 sampel dengan pembagian sebanyak 1 (satu) sampel uji Tempurung Kelapa (TK), Arang Tempurung Kelapa Atas (ATK 1), Arang Tempurung Kelapa Tengah (ATK 2) dan Arang Tempurung Kelapa Bawah (ATK 3) masing-masing ATK sebanyak 3 sampel uji. Adapun parameter yang dilakukan pengujian sebagai berikut:

- a. Analisis nilai kalor berdasarkan ASTM D5865-13;
- b. Analisis kandungan air berdasarkan ASTM D3302-12;
- c. Analisis *volatile matters* dan kadar abu berdasarkan ASTM D3175-11;

- d. Analisis *fixed carbon* berdasarkan ASTM D5142;
- e. Analisis kadar abu berdasarkan ASTM D-3174-12.

2.3 Tahap Analisis

Adapun metode analisis pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif berdasarkan hasil laboratorium dengan mengetahui pengaruh karbonisasi terhadap karakteristik arang tempurung kelapa. Mekanisme penelitian ini akan dijelaskan lebih lanjut pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme Penelitian

Karakteristik dan kualitas dari arang tempurung kelapa dapat dianalisis secara fisik dan kimia di laboratorium. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kualitas arang secara langsung berdasarkan sifat fisik sedangkan analisis secara kimia bertujuan untuk diketahui kandungan zat yang terdapat di dalam tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa. Adapun parameter pengujian untuk dilakukan analisis kimia yaitu pengujian proksimat dan nilai kalor. Tujuan pengujian proksimat adalah untuk mengetahui kandungan pada tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa meliputi kandungan air, zat terbang, kandungan abu dan kandungan karbon tertambat. Adanya kandungan air dan abu dapat akan mempengaruhi nilai kalor dari arang dengan acuan bahwa peningkatan kandungan air dan abu berbanding terbalik dengan perolehan nilai kalori. Demikian pula kandungan zat terbang (*volatile matter*) merupakan salah satu pengotor yang dapat menyebabkan arang terbakar dengan sendiri (*self burning*) karena zat terbang ini memiliki sifat gas seperti hidrogen, karbon monoksida dan gas metan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Tempurung Kelapa

Ditinjau dari hasil pengujian laboratorium dengan uji proksimat dan nilai kalori maka karakteristik tempurung kelapa belum mencapai persyaratan teknis sebagai bahan bakar padat. Parameter seperti kandungan air, kadar abu, zat terbang masih sangat tinggi sehingga mempengaruhi saat proses pembakaran yang tidak efektif dan efisien dari aspek teknis dan lingkungan. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa tempurung kelapa masih banyak mengandung air sebesar 15,67% sehingga belum dapat memenuhi persyaratan teknis menurut SNI 01-6235-2000 yaitu $\leq 8\%$ (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Pengujian Tempurung Kelapa dan Arang Tempurung Kelapa di Laboratorium

No	Sampel	Parameter Pengujian				Kalori cal/gr
		IM %	Ash %	VM %	FC %	
1	TK	15,67	3,75	67,43	19,23	2114,22
	Arang TK 1	4,80	3,43	51,49	31,39	3021,89
2	Arang TK 2	4,62	2,87	47,35	35,12	3483,18
	Arang TK 3	4,54	2,75	43,78	39,84	3716,32
	Standar SNI 01-6235-2000	≤ 8	≤ 8	≤ 15	≥ 77	≥ 5000
	PERMEN ESDM No. 47 Tahun 2006	≤ 15	≤ 10	Sesuai bahan baku	Sesuai bahan baku	Min 4400

Kandungan air pada tempurung kelapa yang tinggi secara teknis akan menimbulkan asap pekat berwarna putih saat proses pembakaran dikarenakan terdapat reaksi karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol sehingga akan menimbulkan polusi udara sehingga peningkatan terhadap infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) jika digunakan sebagai bahan bakar padat secara langsung. Selain itu, kandungan air yang tinggi berpengaruh terhadap nilai kalor yang rendah sehingga menyulitkan saat proses penyalaaan (Rahman, 2011).

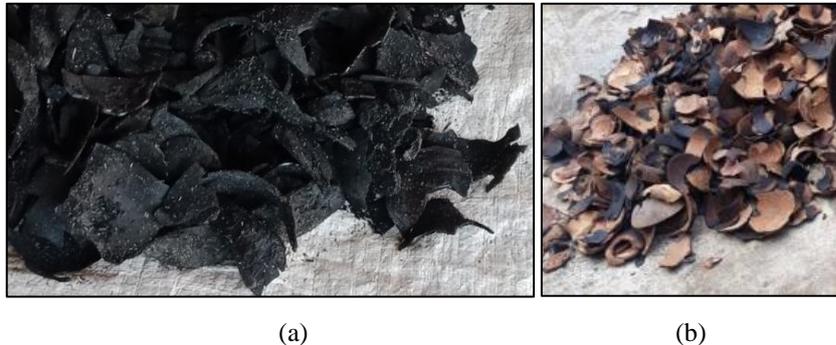
Hasil pengujian kadar abu pada tempurung kelapa rendah yaitu 7,75%. Perolehan kadar abu yang rendah menunjukkan bahwa proses pembakaran arang tempurung kelapa secara sempurna dan sedikit mengandung bahan anorganik. Hasil ini pernah ditunjukkan dengan penelitian sebelumnya bahwa kadar abu yang semakin tinggi dipengaruhi oleh keterdapatannya bahan anorganik pada tempurung kelapa seperti silika (SiO_2), MgO dan Fe_2O_3 , AlF_3 , MgF_2 dan Fe (Maryono, 2013). Selanjutnya kandungan *volatile matter* (VM) yang dihasilkan sebesar 76,43% masih tinggi perolehannya dari standar SNI 01-6235-2000 yaitu maksimum 15%. Kandungan VM yang tinggi menunjukkan adanya komposisi kimia dan komposisi unsur yang menguap pada saat pembakaran suhu tinggi. Pada umumnya, proses karbonisasi dapat mengurangi kandungan zat terbang dengan pembakaran tanpa oksigen tersebut dapat mengeliminasi komposisi kimia dan komposisi unsur yang termasuk pada komponen zat terbang sehingga hanya menyisakan unsur karbon di dalam bahan (N. Iskandar dkk, 2019).

Adanya unsur karbon pada arang tempurung akan mempengaruhi nilai kalor. Peningkatan kadar karbon menunjukkan banyaknya material padat yang dapat terbakar sebanding dengan perolehan nilai kalor arang tersebut. Pernyataan ini juga pernah ada pada penelitian sebelumnya bahwa jika kandungan karbon semakin tinggi maka nilai kalori akan meningkat, sehingga meningkatkan kualitas bahan bakar (Saputro dkk, 2012). Pada penelitian ini, nilai kalor tempurung kelapa masih rendah yaitu 2114,22cal/gr, perolehan ini belum sesuai dengan kriteria bahan bakar padat yaitu ≥ 5000 cal/gr.

3.2 Pengaruh Karbonisasi Terhadap Karakteristik Arang Tempurung Kelapa

Upaya modifikasi dilakukan untuk menurunkan kandungan air, kandungan abu dan VM sehingga dapat meningkatkan kandungan karbon dan nilai kalori pada tempurung kelapa. Proses karbonisasi diharapkan dapat meningkatkan karakteristik tempurung kelapa menjadi arang yang sesuai dengan persyaratan teknis bahan bakar padat. Karbonisasi yang sempurna, secara fisik menghasilkan arang tempurung kelapa yang hitam pekat namun bentuk tempurung kelapa masih dalam bentuk yang utuh (Gambar 2a). Sebaliknya, jika karbonisasi tidak sempurna maka akan menghasilkan arang tempurung kelapa yang berwarna hitam kecoklatan (Gambar 2b). Arang tempurung kelapa yang belum sempurna hasil karbonisasi tersebut mengandung kadar air yang tinggi, sehingga belum dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat sebab salah satu dampak yang dihasilkan adalah asap yang tebal. Hal ini dipengaruhi jumlah panas dan udara (oksigen) yang ada saat karbonisasi. Menurut Sutiyono (2002) dalam Tirono (2011) menyatakan bahwa karbonisasi

merupakan cara pengarangan biomassa tanpa oksigen (O_2), sehingga kandungan *volatile matter* berkurang sedangkan kandungan karbon tetap karena karbon tidak ikut terbakar tanpa adanya oksigen (M. Tirono dan Ali, 2011).



Gambar 2. (a) Hasil Karbonisasi Sempurna pada Tempurung Kelapa, (b) Hasil Karbonisasi Tidak Sempurna pada Tempurung Kelapa

Pada Tabel 1 terlihat bahwa masing-masing arang tempurung kelapa memiliki perbedaan persentase kandungan pada pengujian proksimat dan nilai kalor. Kandungan proksimat arang tempurung kelapa seperti kadar air, kadar abu dan *volatile matter* berkurang sedangkan kandungan karbon meningkat. Peningkatan kandungan karbon sebanding dengan peningkatan nilai kalor. Kesimpulan ini serupa dengan penelitian yang menyatakan bahwa proses pengarangan bertujuan untuk memperoleh kadar karbon yang tinggi dan mengurangi kandungan zat *volatile matter* pada briket. Jika kadar karbon tinggi, maka nilai kalor meningkat (M Satmoko dkk, 2013).

Ditinjau dari Tabel 1 menunjukkan perbedaan persentase yang cukup signifikan pada parameter pengujian (IM, Ash, VM, FC dan Kalor) arang tempurung kelapa (TK) 1, 2 dan 3. Perbedaan ini terjadi dikarenakan penyebaran panas pada drum karbonisasi yang belum merata secara sempurna sehingga mempengaruhi ikatan kimia pada arang tempurung walaupun secara fisik dapat terlihat sama. Hal ini sejalan dengan teori Keenan (1991) yaitu teori molekul kinetik yang menyatakan bahwa dengan adanya penambahan energi panas terhadap suatu zat, maka energi panas tersebut digunakan untuk melepaskan gaya tarik antar partikel maupun antar molekul. Selain itu, perbedaan penyerapan panas disetiap lapisan arang tempurung pada drum pengarangan juga mempengaruhi kualitas arang yang dihasilkan.

Hasil pengujian arang TK 1 memiliki kadar air yang lebih banyak yaitu 4,80% dibandingkan arang TK 2 dan arang TK 3 yaitu 4,62% dan 4,54%. Penurunan kadar air berhubungan langsung dengan tingkat pemanasan yang dipengaruhi oleh penyebaran suhu. Saat posisi arang terletak di bagian bawah drum pengarangan maka arang bagian bawah drum akan mendapatkan perlakuan panas yang lebih dominan dibandingkan dengan posisi arang yang berada di tengah maupun di atas. Perbedaan penurunan yang disebabkan oleh penyebaran panas yang kurang merata pada drum pengarangan juga ditunjukkan pada Tabel 1 terhadap kandungan abu dan zat terbang pada masing masing arang TK1,2 dan 3. Penurunan kadar abu pada TK 1, 2 dan 3 yaitu 3,87%, 2,75% dan 2,43% sedangkan penurunan pada kadar zat terbang (*volatile matter*) pada arang TK 1, 2 dan 3 yaitu 51,49%, 47,35% dan 43,78%. Penyebaran panas pada drum pengarangan mempengaruhi penurunan kandungan abu dan kandungan zat terbang. Kondisi ini selaras dengan penelitian sebelumnya bahwa peningkatan temperatur saat karbonisasi akan mengurangi kadar zat terbang (D. Purwanto, 2015). Parameter yang mempengaruhi keberhasilan proses karbonisasi adalah lamanya waktu dan suhu saat pengarangan, sehingga peningkatan suhu dan waktu berbanding terbalik dengan perolehan VM yang semakin berkurang (Julham dkk, 2015).

Hal sebaliknya terlihat pada Tabel 1 dengan kandungan karbon tertambat (*fixed carbon*) dan nilai kalor yang menunjukkan peningkatan kadar pada arang TK 1,2 dan 3. Peningkatan kadar karbon tertambat pada arang TK 1, 2 dan 3 menunjukkan perbedaan dengan selisih 3-4% kadar disetiap bagian yaitu 31,39%, 35,12% dan 39,84%. Perbedaan peningkatan nilai kalor juga ditunjukkan pada arang TK 1, 2 dan 3 yaitu masing masing 3021,89 cal/gr, 3483,18 cal/gr dan 3716, 32 cal/gr. Peningkatan nilai kalor berbanding lurus dengan peningkatan kandungan karbon, walaupun terdapat perbedaan nilai kandungan pada masing-masing arang tempurung kelapa. Hasil ini selaras dengan penelitian sebelumnya bahwa peningkatan kandungan karbon terikat akan sebanding dengan nilai, sehingga bahan bakar yang diperoleh semakin baik (M. Tirono dan Ali, 2011). Perbedaan kadar karbon dan nilai kalor juga dipengaruhi oleh perbedaan penerimaan panas pada setiap bagian drum pengarangan. Namun perolehan tersebut belum memenuhi batas minimum menurut SNI 01-6235-2000 yaitu kadar karbon $\geq 77\%$ dan nilai kalor ≥ 5000 cal/gr.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa tempurung kelapa belum memenuhi persyaratan teknis sebagai bahan bakar padat dikarenakan parameter penentu kualitas seperti kandungan air, kandungan zat terbang masih tinggi, sehingga mempengaruhi rendahnya kandungan karbon dan nilai kalor. Oleh karena itu, setelah dilakukan modifikasi terhadap tempurung kelapa dengan proses karbonisasi menjadi arang tempurung kelapa maka beberapa parameter seperti kandungan air, abu dan zat terbang menurun sedangkan nilai karbon dan nilai kalor meningkat. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan bahwa nilai kalor meningkat dari 2114,22 cal/gr menjadi 3716,32 cal/gr. Agar arang tempurung kelapa ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat dalam rumah tangga dan industri kecil perlu dimodifikasi menjadi biobriket dengan komposisi optimum menurut SNI 01-6235-2000. Selain itu, dalam penelitian ini perlu dilakukan pengembangan terhadap proses karbonisasi dengan desain drum pengarangan yang lebih modern dan terkontrol dengan menambahkan pengatur suhu dan oksigen sehingga proses karbonisasi berhasil dengan sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- British Petroleum UK. (2018). (<https://www.bp.com/en/global/corporate/energyeconomics/statistical-review-of-world-energy.html>) diakses: 12 November 2020
- Diji. (2013). Electricity Production From Biomass In Nigeria: Options, Prospects And Challenges. *Advanced Materials Research*, 824, 444-450.
- D. Purwanto. (2015). Pembuatan Briket Arang Tempurung Sawit dengan Perlakuan Waktu Pengarangan dan Konsentrasi Perekat. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 7(1). 1-8
- Erwin J., Julham P. P., Netti H. (2015). Pengaruh Suhu Dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor Dan Karakteristik Pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepeh Aren (*Arenga pinnata*). 4(2). 46-52.
- Esmar, Budi. (2011). Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Penelitian Sains*. 14(4), 25-29.
- Julham P. P., Erwin J., Netti H. (2015). Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Penambahan Kapur dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepeh Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2). 32-38
- Maryono. (2013). Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *J Chemica*, 14(1), pp: 74- 83.
- M. Tirono, Ali S. (2011). Efek Suhu Pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (*Coconut Shell Charcoal*). *Jurnal Neutrino*. 3(2). 143-152
- M. Satmoko, D. Saputro, A. Budiyo. (2013). Karakterisasi Briket Dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas. *Journal of Mechanical Engineering Learning* 2(1). 1408-1412
- N. Iskandar, S. Nugroho, M. F. Feliyana. (2019). Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI. *Jurnal Momentum*, 15(2), 103-108.
- RENZ2. (2017). (http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf) diakses 8 November 2020
- S. Siahaan, M. Hutapea, R. Hasibuan. (2013). Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(1). 26-30.
- Rahman. (2011). Uji keragaan biopellet dari biomassa limbah sekam padi (*Oryza sativa* sp.) sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. *Fateta, IPB, Bogor, Jurnal Rekayasa Mesin*. 4(3), 199-203.
- Saputro, D.D, Widayat, W., Rusiyanto, Saptoadi, H., Fauzun. (2012), Karakteristik Briket Dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon Dengan Metode Cetak Panas. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST), Periode III*. Yogyakarta. 394-400