

# BAHAN BAKAR PADAT DARI PELEPAH SAWIT MENGGUNAKAN PROSES KARBONISASI DENGAN VARIASI UKURAN BAHAN BAKU DAN SUHU

Qurotullaili<sup>1</sup>, Komalasari<sup>1</sup>, Zuchra Helwani<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia,

Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

lili\_daffa@yahoo.com

\*Corresponding Author email: zuchra.helwani@lecturer.unri.ac.id

## ABSTRACT

*Palm frond so far only used as a source of raw materials for animal feed, compost and organic fertilizer in the plantation. Palm frond has a calorific value of 15,184.05 kJ/kg. Utilization of palm frond as main material of solid fuel production with carbonization process can reduce the problem of oil palm plantations waste and can be increased the calorific value of product. The aims of this study is to produce solid fuel from palm fronds by using carbonization process and analyze solid fuel quality from palm frond with variation of raw material size and temperature. Variation of carbonization temperature were 450°C, 500°C and 550°C. Variation of raw material size 1.68 – 2.38 mm (-8 +10 mesh), 0.84 – 1 mm (-16 +20 mesh) and 0.42 – 0.5 mm (-32 +35 mesh). Water content were 3.66 – 4.86%, ash were 9.39 – 16.17%, volatile were 9.45 – 28.60% and fixed carbon were 57.26 – 70.01%. The highest caloric value was 28,410.94 kJ/kg for 550°C of carbonization temperature and 0.42 – 0.5 mm (-32 +35 mesh) of raw material size.*

*Keywords : biomass, caloric value, carbonization, palm frond*

## 1. Pendahuluan

Biomassa adalah bahan bakar yang dapat digunakan langsung atau diproses terlebih dahulu. Sumber biomassa yang sangat mudah dijumpai sekarang ini adalah limbah padat perkebunan sawit yang belum dimanfaatkan. Limbah padat ini berupa pelepah, tandan kosong, batang dan cangkang. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Ditjenbun Pertanian (2014), luas perkebunan sawit di Indonesia adalah yang tertinggi dari komoditi lain yaitu 10.95 juta Ha. Sedangkan di Provinsi Riau secara nasional menempati posisi teratas di Indonesia seluas 2,3 juta Ha. Data tersebut menyatakan bahwa potensi biomassa di provinsi Riau sangat besar. Limbah pertanian yang merupakan biomassa tersebut merupakan sumber energi alternatif yang melimpah, dengan kandungan energi yang relatif besar.

Limbah pertanian tersebut apabila diolah dengan perlakuan khusus akan menjadi suatu bahan bakar padat buatan yang lebih luas penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif. Pelepah sawit merupakan salah satu limbah perkebunan sawit yang belum banyak di manfaatkan. Di Provinsi Riau, jumlah pelepah sawit yang dipotong dapat mencapai 40–50 pelepah/pohon/tahun, dimana berat kering per pelepah sebesar 4,5 kg. Dalam satu hektar sawit diperkirakan dapat menghasilkan 6400 – 7500 pelepah per tahun dengan nilai kalor dari pelepah sawit berkisar 17.200 kJ/kg (Simanihuruk dkk, 2008).

Karbonisasi adalah proses dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya, dimana material mentah akan mengalami

pemecahan struktur kimia menjadi fase gas yang hanya meninggalkan karbon sebagai residu. Karbonisasi biomassa atau yang lebih dikenal dengan pengarangannya adalah suatu proses untuk menaikkan nilai kalor biomassa dan dihasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap. Hasil karbonisasi adalah berupa arang yang tersusun atas karbon dan berwarna hitam. Karbonisasi pada bahan bakar padat bertujuan untuk meningkatkan nilai kalor, karena adanya pelepasan air, juga diiringi pembentukan tar yang berfungsi sebagai pelapis pencegah penyerapan air kembali (Basu, 2010)

Telah ada beberapa peneliti sebelumnya yang mengembangkan pembuatan bahan bakar padat. Usman (2007) melakukan penelitian pembuatan bahan bakar padat dari kulit buah kakao yang memiliki nilai kalor 2.388,45 kal/gram dengan memvariasikan ukuran partikel 30, 50 dan 70 mesh menggunakan proses karbonisasi didalam tungku selama 4 sampai 5 jam. Nilai kalor kulit buah kakao tertinggi sebesar 4.371,54 kal/gram diperoleh pada ukuran partikel 70 mesh, sedangkan nilai kalor terendah sebesar 4.163,11 kal/gram diperoleh dari ukuran partikel 30 mesh. Semakin kecil ukuran partikel maka nilai kalor bahan bakar yang dihasilkan semakin tinggi.

Iskandar (2012) dalam penelitiannya mengkaji pengaruh temperatur terhadap optimalisasi nilai kalor biochar sekam padi dan tongkol jagung menggunakan reaktor pirolisis, dengan variasi suhu 400 °C – 600 °C, ukuran partikel 10 mesh dengan lama proses pengarangannya selama 2 jam. Nilai kalor awal sekam padi adalah 3.439,3 kal/gram sedangkan tongkol jagung adalah 3.678,1 kal/gram. Nilai kalor optimal biochar sekam padi diperoleh pada suhu 441,4 °C yaitu sebesar 3.665,4 kal/gram sedang tongkol jagung pada suhu 507,36 °C dengan nilai kalor 7.206,79 kal/gram. Perbedaan nilai kalor pada produk biochar sangat bergantung pada jenis umpan/bahan dan temperatur

karbonisasi. Semakin tinggi suhu maka nilai kalor yang dihasilkan semakin meningkat.

Siahaan, dkk (2013) dalam penelitiannya yaitu pembuatan arang dari sekam padi menggunakan *furnace* dengan variasi temperatur 400 °C, 500 °C, dan 600 °C dengan waktu 30, 60, 90 dan 120 menit. Suhu dan waktu karbonisasi optimum untuk sekam padi yaitu 400 °C selama 120 menit dengan kadar karbon terikat 41,3 %, kadar air 6,1 %, kadar abu 32,6 % dan kadar zat mudah menguap 20,5%. Kadar air menurun seiring dengan bertambahnya suhu karbonisasi, sedangkan nilai kalornya semakin bertambah. Hal serupa juga dibuktikan oleh Junary, dkk (2015) yang memvariasikan suhu dan waktu karbonisasi pelepah aren terhadap nilai kalor dan karakteristik lainnya.

## 2. Metode Penelitian

Pembuatan bahan bakar padat dalam penelitian ini menggunakan bahan baku pelepah. Pasokan pelepah sawit didapatkan dari pohon sawit di Kecamatan Kampar Timur Kabupaten Kampar. Reaktor Karbonisasi yang digunakan merupakan Reaktor *fixed bed* dengan aliran gas N<sub>2</sub>.

Untuk mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan meliputi persiapan bahan baku, proses karbonisasi, tahap pengujian dan analisa hasil. Bahan baku pelepah sawit dibersihkan dari daunnya dan dipotong kecil-kecil, lalu dihaluskan dengan blender, dikeringkan menggunakan oven suhu 105 °C selama 2 jam, bertujuan menurunkan kadar air. Setelah dikeringkan di oven kadar air bahan baku adalah 8,82 %. Sampel disimpan dalam wadah kedap udara agar terhindar dari kontak langsung dengan udara karena biomassa mengikat air dari udara. Sampel kemudian diayak dengan ukuran ayakan -8 +10 mesh (1,68 – 2,38 mm), -16 +20 mesh (0,84 – 1 mm) dan -32 +35 mesh (0,42 – 0,5 mm). Bahan baku serbuk pelepah sawit yang telah dipersiapkan dan dikeringkan selanjutnya dimasukkan

kedalam Reaktor Karbonisasi dan dikarbonisasi pada suhu 450, 500 & 550 °C selama 1 jam. Berat sampel 30 gram dan reaktor dialiri gas nitrogen dengan laju alir 50 mL/menit. Reaktor dilengkapi alat pengatur suhu secara otomatis dan untuk mengkondisikan tanpa udara, selama proses Karbonisasi berlangsung gas N<sub>2</sub> akan dalirkan terus menerus. Produk karbonisasi yang dihasilkan dari penelitian ini selanjutnya dilakukan pengujian *proximate* yaitu nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar *volatile matter* dan kadar terikat (*fixed karbon*), serta analisa nilai kalor menggunakan *bomb calorimeter*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik pelepah sawit sebelum dan setelah Karbonisasi ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik bahan baku dan produk yang dihasilkan.

	Bahan Baku	Produk
Nilai kalor (kJ/kg)	15.184,05	24.071,84–28.410,94
Kadar air (%)	8,82	3,66–4,86
Kadar abu (%)	4,76	4,39–16,17
Kadar volatil (%)	70,33	9,46–28,60
Kadar <i>fixed carbon</i> (%)	15,96	57,26–70,01

Pada Proses Karbonisasi pelepah sawit yang dilakukan pada suhu 450-550°C dan variabel lama waktu 1 jam merubah warna bahan baku dari coklat muda menjadi produk yang berwarna hitam. Perubahan warna bahan baku dan produk terjadi karena adanya peningkatan kadar karbon biomassa. Peningkatan kadar karbon yang diiringi dengan menurunnya hidrogen dan oksigen mengakibatkan biomassa menjadi hitam. (Asadullah dkk., 2014).

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh satu gram bahan bakar dengan meningkatkan temperatur satu gram air dari 3,5 – 4,5 °C dengan satuan kalori. Penetapan nilai kalor dimaksudkan untuk

mengetahui nilai panas pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar padat maka akan semakin baik pula kualitasnya (Ismayana dan Afriyanto, 2011). Variabel ukuran partikel pada proses karbonisasi tidak memberikan perbedaan yang mencolok pada tampilan visual produk.

Untuk ukuran partikel yang sama, semakin tinggi suhu maka nilai kalor semakin meningkat. Sementara itu pada suhu yang sama, semakin kecil ukuran partikel maka nilai kalor yang diperoleh akan semakin meningkat juga. Semakin kecil ukuran bahan baku, semakin cepat peretakan keseluruhan bahan sehingga karbonisasi berjalan sempurna (Wahyusi dkk., 2012). Semakin tinggi suhu maka proses karbonisasi semakin sempurna. Dalam proses karbonisasi, semakin sempurna prosesnya maka semakin tinggi nilai kalornya (Sudrajad., 1982).

Berdasarkan hasil analisa proksimat, kadar air dan kadar volatil menurun seiring dengan meningkatnya suhu Karbonisasi dan semakin kecilnya ukuran partikel. Menurunnya kadar air dan kadar volatil diakibatkan oleh semakin banyaknya air dan komponen-komponen volatil yang menguap seiring dengan meningkatnya suhu karbonisasi. Namun apabila suhu karbonisasi sudah melewati suhu optimum dimana pada data yang didapat pada suhu 550 °C maka nilai kadar air yang didapat semakin meningkat. Penurunan kadar volatil disebabkan karena volatil yang terlepas semakin banyak selama proses karbonisasi. Zat volatil terbentuk dari proses volatilisasi selulosa dan hemiselulosa. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu karbonisasi dan semakin kecil ukuran partikel maka semakin banyak dan mudah zat-zat volatil yang terurai serta teruapkan (Wahyusi dkk., 2012).

Abu adalah jumlah konstan yang tersisa apabila bahan bakar padat dipanaskan dan sudah tidak memiliki unsur karbon. Dalam proses pengabuan bahan – bahan organik dalam bahan bakar padat

akan terbakar sedangkan bahan anorganik akan tertinggal. Abu yang tertinggal adalah berbagai garam – garam logam seperti karbonat, silikat, oksalat dan fosfat. Kadar abu secara tidak langsung dapat menurunkan nilai kalor pada biomassa karena mengurangi persentase kadar *fixed carbon* pada biomassa. (Malakauseya dkk, 2013). Semakin tinggi suhu karbonisasi dan semakin kecil ukuran partikel maka kadar abu yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan semakin banyaknya serbuk pelepah yang terbakar menjadi abu sehingga kadar abu akan semakin meningkat (Fachry dkk, 2010).

Kadar *fixed carbon* tergantung dari kadar air, kadar abu, dan kadar zat volatil dari suatu bahan bakar padat. Jika kadar air, kadar abu dan kadar zat mudah menguap semakin rendah maka kadar karbon terikat akan semakin tinggi dan nilai kalor juga akan semakin tinggi (Saktiawan, 2000).

#### 4. Kesimpulan

Pelepah sawit sebagai limbah hasil perkebunan sawit dengan nilai kalor 15.184,05 kJ/kg dapat dimanfaatkan sebagai *solid fuel* melalui proses karbonisasi. Nilai kalor yang didapat pada penelitian ini adalah 24.071,84 – 28.410,94 kJ/kg. Nilai kalor tertinggi didapatkan pada suhu karbonisasi 550°C dan ukuran partikel sebesar 0,42 – 0,5 mm (-32 +35 mesh). Kadar air pada produk karbonisasi yang didapat adalah sebesar 3,66 – 4,86%, kadar abu 9,39 – 16,17%, kadar volatil 9,45 – 28,60%, dan kadar *fixed carbon* 57,26 – 70,01%.

#### Daftar Pustaka

- Asadullah, M., Adi, A.M., Suhada, N., Malek N.H., Saringat, M.I., dan Azdarpoor, A., 2014. Optimization of Palm Kernel Shell Torrefaction to Produce *Energy Densified Bio-coal*. *Energy Conversion and Management* 88, 1086-1093.
- Basu, P., 2010. Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory. New York: Elsevier Inc.
- Ditjenbunpertanian. 2014. Pertumbuhan Areal Kelapa Sawit. [www.ditjenbun.pertanian.go.id](http://www.ditjenbun.pertanian.go.id), dilihat 8 Agustus 2015.
- Fachry, A.R., T.I. Sari, A.Y. Dipura dan J. Najamudin. 2010. Mencari Suhu optimal Proses Karbonisasi dan Pengaruh Campuran batubara Terhadap Kualitas Briket Eceng Gondok. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya, Vol. 17 (02)*. Palembang.
- Iskandar, T. Identifikasi Nilai Kalor Biochar dari Tongkol Jagung dan Sekam Padi pada Proses Pirolisis. *Jurnal Teknik Kimia Vol.7, No.1, September 2012*.
- Ismayana, A., dan Afriyanto, M.R. 2011. Pengaruh Jenis dan Kadar Bahan Perikat Pada Pembuatan Briket Blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Industri Pertanian, Vol. 21, No. 3, p. 186 – 193*.
- Junary, E. Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi terhadap Nilai Kalor dan Karakteristik pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren. *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 4, No. 2 (Juni 2015)*
- Malakauseya, J.J., Sudjito., & Sasongko, M.N. 2013. Pengaruh Prosentase Campuran Briket Limbah Serbuk Kayu Gergajian dan Limbah Daun Kayuputih Terhadap Nilai Kalor dan Kecepatan Pembakaran. *Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 4, No. 3, p. 194 – 198*.
- Saktiawan, I., 2008. Identifikasi Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang Dari Sabut Kelapa. *Skripsi Institut Pertanian Bogor*.
- Siahaan, S., Hutapea, M., Hasibuan, R. Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.2, No. 1 (2013)*.
- Simanihuruk, K., Junjungan, & Tarigan, A. 2007. Pemanfaatan Pelepah Kelapa

- Sawit Sebagai Pakan Basal Kambing Kacang Fase Pertumbuhan. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*.
- Sudrajat. 1982. Produksi Arang dan Briket Arang serta Prospek Pengusahaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Pertanian, Bogor.
- Usman, M.N. 2007. Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat. *Jurnal Perennial*. 3(2), p. 55 – 58.
- Wahyusi, K. N., Dewati, R., Ragilia, R.P., Kharisma, T. 2012. Briket Arang Kulit Kacang Tanah dengan Proses Karbonisasi. *Jurnal Teknik Kimia Vol 6.No.2, April 2012*.