

Bidang: Teknik Kimia dan Analisis Kimia Mineral  
Proses Teknik Kimia

Topik: Rekayasa dan Perancangan

## PENGARUH WAKTU AKTIVASI KIMIA TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON AKTIF DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS*)

Sirajuddin<sup>1</sup>, Atasa C.<sup>2</sup>

Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda

sirajuddin@polnes.ac.id<sup>1</sup>, christianaltasa@gmail.com<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Produksi kelapa sawit di Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2020 sebesar 16.717.254 ton/tahun dan menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit sebesar 3.844.968,42 ton/tahun. Tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%, minyak 2,41%, dan abu 1,23%. Kandungan lignin, holoselulosa dan selulosa adalah senyawa organik yang dapat digunakan sebagai karbon aktif. Karbon aktif dimanfaatkan sebagai adsorben antara lain sebagai penghilangan warna dan bau pada proses di industri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu aktivasi kimia asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) terhadap karakteristik karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit menurut standar SNI ARANG AKTIF TEKNIS 06-3730-1995. Proses pembuatan karbon aktif pada penelitian ini melalui 4 tahapan yaitu preparasi bahan baku, karbonisasi pada temperatur 500°C selama 10 menit, aktivasi kimia dengan variasi waktu aktivasi 8 jam, 12 jam, 16 jam, 20 jam, dan 24 jam konsentrasi 10%, kemudian diaktivasi fisika pada temperatur 800°C selama 3 jam. Hasil Terbaik didapatkan pada variasi waktu aktivasi kimia selama 24 jam dengan hasil daya serap  $I_2$  sebesar 980,8417 mg/g, kadar air 2,54%, kadar abu 8,01 %, dan kadar volatile matter 2,58 %.

**Kata kunci:** aktivasi, asam fosfat ( $H_3PO_4$ ), karbon aktif, tandan kosong kelapa sawit, waktu aktivasi kimia

### ABSTRACT

Palm oil production in East Kalimantan Province in 2020 was 16,717,254 tons/year and produced 3,844,968.42 tons of empty fruit bunches. Empty palm fruit bunches contain 37.76%  $\alpha$ -cellulose, 66.7% holocellulose. The content of holocellulose and cellulose is an organic compound that can be used as activated carbon. Activated carbon used as an adsorbent, among other things, to remove color and odor in industrial processes. The purpose of this study was to determine the effect of the chemical activation time of phosphoric acid ( $H_3PO_4$ ) on the characteristics of activated carbon from empty palm oil bunches on the characteristics of activated carbon according to SNI TECHNICAL ACTIVE CHARCOAL standards 06-3730-1995. The process of making activated carbon in this study went through 4 stages, namely raw material preparation, carbonization at a temperature of 500°C for 10 minutes, chemical activation with various activation times of 8 hours, 12 hours, 16 hours, 20 hours, and 24 hours at a concentration of 10%, then activated physics at 800°C for 3 hours. The best results were obtained for variations in chemical activation time for 24 hours with an  $I_2$  absorption of 980.8417 mg/g, a moisture content of 2.54%, an ash content of 8.01%, and a volatile matter content of 2.58%.

**Keywords:** activation, phosphoric acid ( $H_3PO_4$ )activated carbon, palm oil blank mark, chemical activation time

### PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan di Kalimantan Timur memiliki prospek yang baik ke depan. Luas areal perkebunan kelapa sawit Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2020 sebesar 1.227.665 Ha dengan produksi 16.717.254 Ton [1]. Limbah kelapa sawit adalah sisa-sisa hasil tanaman kelapa sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau sebagai produk sampingan dari pengolahan kelapa sawit. Diketahui untuk 16.717.254 ton kelapa sawit mampu menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 23% atau 3.844.968,42 ton, limbah cangkang

(shell) sebanyak 6,5% atau 1.086.621.51 ton, wet decanter solid (lumpur sawit) 4 % atau 668.690,19 kg, serabut (fiber) 13% atau 2.173.243,02 ton serta limbah cair sebanyak 50% [2]. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan salah satu limbah padat yang di hasilkan dari proses produksi minyak kelapa sawit (CPO). TKKS memiliki kandungan selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%, minyak 2,41%, dan abu 1,23% [3]. Bahan organik dan anorganik yang mengandung lignin, holoselulosa (termasuk selulosa dan hemiselulosa) dan selulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon aktif karena sangat efektif untuk adsorpsi [4]. Karbon aktif merupakan salah satu bahan organik yang cakupan pemakaiannya cukup luas, baik di industri besar maupun kecil. Pemanfaatan karbon aktif untuk berbagai aplikasi yaitu sebagai bahan pemucatan warna dan penghilangan bau contohnya pada industri minyak goreng, penyerap logam pada industri pengolahan air minum dan air limbah di industri, serta sebagai katalis dalam pembuatan sulfur dioksida, klorin dan sulfur klorida [5]. Penelitian pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit pada temperatur karbonisasi 400 °C selama 3 jam dengan variasi konsentrasi aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yaitu konsentrasi 2,5 M, 2,75 M, 3 M, 3,25 M dan 3,5 M. Kondisi optimal yaitu aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> konsentrasi 3 M luas permukaan karbon aktif dengan nilai 131,279 m<sup>2</sup>/g, nilai Iodin sebesar 208,1887 mg/g [6]. Penelitian lain menggunakan aktivator HCl dan dikarbonisasi pada suhu 400 °C selama 6 jam dan variasi suhu aktivasi fisika yaitu 600 °C, 700 °C dan 800 °C dan masing-masing ditahan selama 3 jam. Hasil terbaik yaitu pada suhu aktivasi 800 °C dengan kadar proksimat seperti kadar air 0,2 % dan kadar abu 20,54 %, bilangan sebesar 1236,26 mg/gr dan daya serap metilen biru 97,7 % [7]. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu aktivasi kimia asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) terhadap karakteristik karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit menurut standar SNI ARANG AKTIF TEKNIS 06-3730-1995

### METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah furnace, oven, screening 100 mesh, screening 120 mesh, cawan porselin, gegep, crusher, neraca analitik, desikator, buret 25 mL, erlenmeyer 100 mL dan 250 mL, pipet ukur 5 mL dan 10 mL, pipet volume 10 mL dan 50 mL labu ukur 100 mL dan 1000 mL. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), larutan asam fosfat 10%, larutan iod, larutan natrium thiosulfate, indikator kanji 10%, kertas saring whatman no. 42, indikator universal, aquades. Penelitian dimulai dari tahap pengumpulan TKKS. TKKS dibersihkan dan dikarbonisasi menggunakan furnace pada suhu 500°C selama 10 menit. Selanjutnya karbon aktif discreening ukuran -100 mesh + 120 mesh dan diaktivasi dengan larutan asam fosfat 10% dengan rasio 10 gram karbon aktif dan 100 mL larutan asam fosfat (w/v). Proses aktivasi kimia dengan variasi waktu 8 jam, 12 jam, 16 jam, 20 jam, dan 24 jam. Selanjutnya karbon aktif dicuci menggunakan aquadest hingga pH mencapai netral 6 – 8 dan diaktivasi secara fisika pada suhu 750°C selama 3 jam. Tahap analisa dilakukan berdasarkan standar SNI 06-3730-1995 meliputi kadar air, kadar abu, volatile matter, dan daya serap karbon aktif terhadap iod.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel.1** Hasil Karakterisasi Karbon Aktif

Waktu aktivasi (jam)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Mudah Menguap (%)	Iodin Number (mg/g)
8	2,10	8,63	2,36	872,5387
12	2,14	8,86	2,64	894,5823
16	2,43	8,19	2,66	921,9973
20	2,50	9,19	2,67	968,6726
24	2,54	8,01	2,58	980,8417
SNI06-3730-1995	Maks 15%	Maks 10%	Maks 25%	min 750 mg/g

#### Kadar Air

Tabel 1 menunjukkan kadar air mengalami peningkatan seiring meningkatnya waktu aktivasi kimia, peningkatan kadar air ini lebih disebabkan oleh sifat higroskopis karbon aktif yang dapat menarik kandungan air. Kadar air terendah pada waktu aktivasi 8 jam sebesar 2,10 % dan tertinggi pada waktu 24 jam sebesar 2,54 %. Semakin higroskopis suatu bahan maka kemampuan bahan untuk menarik kandungan air udara akan semakin tinggi. Kadar air yang tinggi disebabkan oleh sifat higroskopis arang aktif dan juga adanya uap air yang terperangkap di dalam pori-pori arang aktif terutama pada saat proses pendinginan [8].

### Kadar Abu

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa kadar abu karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu aktivasi kima. Kadar abu terendah di peroleh pada waktu 24 jam sebesar 8,01 %. Hal ini di sebabkan karena  $H_3PO_4$  dapat bereaksi dengan logam dan oksida logam sehingga dan saat dilakukan pencucian mampu melarutkan logam dan oksidan logam seperti Na, K dan Ca yang terkandung didalam arang aktif dan zat pengotor lainnya [9-10].

### Kadar zat menguap (*volatile matter*)

Pada tabel 1 dapat dilihat persen kadar *volatile matter* terendah diperoleh pada waktu aktivasi 8 jam yaitu sebesar 2,36%. Kadar *volatile matter* tertinggi diperoleh pada waktu aktivasi 20 jam sebesar 2,67%. Semakin lama waktu aktivasi maka nilai *volatile meter* akan mengalami penurunan. Penggunaan asam fospat pada aktivasi mampu mengurangi senyawa non karbon yang menempel pada permukaan arang aktif, selain bersifat membersihkan senyawa non karbon pada permukaan arang aktif asam fospat juga mampu masuk ke dalam dasar arang melalui pori-pori pada arang dan melindungi bahan dari panas sehingga mengurangi senyawa non karbon yang mudah menguap [11].

### Daya Serap Iod

Pada table 1 dapat dilihat nilai daya serap iod tertinggi dihasilkan pada perlakuan waktu aktivasi kimia 24 jam dengan nilai rata-rata 980,8417 mg/g dan daya serap iod terendah dihasilkan pada perlakuan waktu aktivasi kimia 8 jam dengan nilai rata-rata 872,5387 mg/g. Nilai daya serap iod arang aktif tandan kosong kelapa sawit cenderung meningkat seiring semakin lama waktu kontak arang aktif terhadap aktivator  $H_3PO_4$  10%. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu aktivasi maka makin banyak zat inert di permukaan partikel karbon yang terlepas dari permukaan sehingga pori-pori permukaan pertikel karbon aktif makin banyak menyebabkan luas permukaan semakin besar dan kemampuan daya serap meningkat [12].

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini disimpulkan bahwa variasi waktu aktivasi untuk pembuatan karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit telah memenuhi standar SNI ARANG AKTIF TEKNIS 06-3730-1995 untuk analisa proximate dan daya serap iod. Hasil terbaik arang aktif dari tandan kosong kelapa sawit yang telah diaktivasi menggunakan aktivator  $H_3PO_4$  dilakukan pada waktu aktivasi 24 jam dengan kadar air 2,54 %; kadar abu 8,01%; kadar *volatile matter* 2,58% dan daya serap iod 980,8417 mg/g.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Politeknik Negeri Samarinda melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah membiayai penelitian ini yang berasal dari PNPB Politeknik Negeri Samarinda tahun 2023.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Perkebunan KalTim (2021). Rekapitulasi Luas Areal dan Produksi Perkebunan di Provinsi Kalimantan Timur, Samarinda. <https://disbun kaltimprov.go.id/>.
- [2] Haryati, S., Yulhan, A. T., & Asparia, L. (2017). Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron*) Yang Berasal dari Tanjung Api-Api Sumatera Selatan. *Teknik Kimia*, 23(2), 77–86.
- [3] Warsito, J., Sabang, S. M., & Mustapa, K. (2017). Pembuatan Pupuk Organik Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(1), 8.
- [4] Trilaksana, M. I. A., Hendrawan, Y., Sumarlan, S. H., & Wibisono, Y. (2017). Karakterisasi karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit sebagai adsorben dengan variasi suhu karbonisasi dan jenis aktivator agent. *Jurnal Teknologi Pertanian*.
- [5] Sudradjat, R., & Pari, G. (2011). *Arang Aktif: Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- [6] Kurniawan, R., Lutfi, M., Agung, W., Keteknikan, J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., Veteran, J., & Korespondensi, P. (2014a). Karakterisasi Luas Permukaan Bet (*Braunear*, Emmelt dan Teller) Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ). *Dalam Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* (Vol. 2, Issue 1).
- [7] Maslahat, M., Arissujaya, D., & Lismayani, S. (2018). 46 Optimasi Suhu Aktivasi Pada Pembuatan Arang Aktif Berbahan Dasar Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Ps Kimia*.
- [8] Hendra, Dj. (2006). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dan Serbuk Kayu Gergajian Campuran. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 24 (2): 117-132.

- [9] Sandi, A. P., & Astuti. (2014). Pengaruh waktu aktivasi menggunakan  $H_3PO_4$  terhadap struktur dan ukuran pori karbon berbasis arang tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*). *Jurnal Fisika Unand*, 3(2), 115–120.
- [10] Pujiono, F. E., & Mulyati, T. A. (2017). Potensi Karbon Aktif Dari Limbah Pertanian Sebagai Material Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Wiyata*, Vol. 4 No. 1 Tahun 2017, 4, 37–45.
- [11] Sirajuddin, & Lestari, D. (2020). Karakteristik Arang Aktif Kayu Gelam Menggunakan Aktivator  $H_3PO_4$ ,  $NaOH$  dan  $Na_2CO_3$ . 6(1), 494–501
- [12] Utomo, S. (2014) 'pengaruh waktu aktivasi dan ukuran partikel terhadap daya serap karbon aktif dari kulit singkong dengan aktivator  $NaOH$ ', *Prosiding SEMNASTEK Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, (November), pp. 1–4.