

PENGARUH LAMA AKTIFASI DENGAN H_3PO_4 DAN UKURAN BUTIR ARANG CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP UKURAN PORI DAN LUAS PERMUKAAN BUTIR ARANG AKTIF

Diharyo^{1,a)}, Salampak²⁾, Zafrullah Damanik²⁾, Sulmin Gumiri³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Palangka Raya

²⁾ Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya (FP UPR), Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya 73112, Kalimantan Tengah, Indonesia.

³⁾ Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya (FP UPR), Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya 73112, Kalimantan Tengah, Indonesia

^{a)}Corresponding author: diharyo_diharyo@pasca.upr.ac.id

Abstract. Palm oil shells can be useful as raw material for making activated carbon because it is very effective at adsorbing liquid waste. Activated carbon is one of the adsorbents that has better adsorption and surface area than other adsorbents. This large surface area is caused by having a pore structure. These pores cause activated carbon to have the ability to absorb. This study aims to determine the effect of activation time by immersion of H_3PO_4 and grain size of oil palm shell charcoal on the surface area of activated charcoal grains. The treatment used was the duration of activation by immersion H_3PO_4 with intervals $A_0 = 0$ hours, $A_8 = 8$ hours, $A_{16} = 16$ hours and $A_{24} = 24$ hours and Grain Size Mesh 100 (D_1), Mesh 50 (D_0), and Mesh 200 (D_2). The variables observed were the surface area of activated charcoal. Analysis to obtain active charcoal surface area data was carried out using Braunanear Emmelt and Teller (BET), then presented in the form of tables and graphs. The results showed that the surface area of the characterization using BET with the activation process of the long immersion of Phosphoric Acid (H_3PO_4), generally obtained the optimum surface area at immersion for 16 hours for all grain sizes. The widest active charcoal surface area is found in grain size Mesh 200.

Keywords: Grain size, surface area of activated charcoal, palm kernel shells, H_3PO_4

Abstrak. Cangkang kelapa sawit dapat bermanfaat sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena sangat efektif mengadsorpsi limbah cair. Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik dibandingkan adsorben lainnya. Luas permukaan yang besar ini disebabkan karena mempunyai struktur pori-pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh lama aktifasi dengan perendaman H_3PO_4 dan ukuran butir arang cangkang kelapa sawit terhadap luas permukaan butir arang aktif. Perlakuan yang digunakan adalah lama aktifasi dengan perendaman H_3PO_4 dengan interval $A_0 = 0$ jam, $A_8 = 8$ jam, $A_{16} = 16$ jam dan $A_{24} = 24$ jam dan Ukuran Butir Mesh 100 (D_1), Mesh 50 (D_0), dan Mesh 200 (D_2). Variabel yang diamati adalah luas permukaan arang aktif. Analisis untuk mendapatkan data luas permukaan arang aktif dilakukan dengan menggunakan Braunanear Emmelt and Teller (BET), kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas permukaan hasil karakterisasi menggunakan BET dengan proses aktivasi lama perendaman Asam Fosfat (H_3PO_4), secara umum diperoleh luas permukaan optimum pada perendaman selama 16 jam untuk semua ukuran butir. Luas permukaan arang aktif terluas terdapat pada ukuran butir Mesh 200.

Kata kunci : Ukuran butir, luas permukaan arang aktif, cangkang kelapa sawit, H_3PO_4

1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Industri pengolahan minyak sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) akan menghasilkan limbah. Limbah industri kelapa sawit dapat digolongkan menjadi limbah padat, cair, dan gas. Produksi limbah padat dari kelapa sawit dalam 1 ton buah kelapa sawit dapat menghasilkan 65 kg cangkang kelapa sawit. Salah satu jenis limbah padat kelapa sawit adalah cangkang kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah yang jumlahnya mencapai

60% dari produksi minyak inti. Limbah cangkang kelapa sawit berwarna hitam keabuan, bentuk tidak beraturan, dan memiliki kekerasan cukup tinggi (Purwanto, 2011). Cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif. Karbon aktif dapat dibuat dengan melalui proses karbonisasi pada suhu 550 °C selama kurang lebih tiga jam. Karakteristik karbon aktif yang dihasilkan melalui proses tersebut memenuhi SII, kecuali kadar abu. Tingkat keaktifan karbon cukup tinggi. Hal ini terlihat dari daya serap iodnya sebesar 28,9% (Andriati, 2003).

Cangkang sawit memiliki banyak kegunaan serta manfaat bagi industri usaha dan rumah tangga. Beberapa diantaranya adalah produk bernilai ekonomis tinggi, yaitu arang aktif, asap cair, fenol, briket arang, dan tempung tempurung. Cangkang sawit merupakan bagian paling keras pada komponen yang terdapat pada kelapa sawit. Ditinjau dari karakteristik bahan baku, jika dibandingkan dengan tempurung kelapa biasa, cangkang kelapa sawit memiliki banyak kemiripan. Perbedaan yang mencolok yaitu pada kadar abu (*ash content*) yang biasanya mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan oleh tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit. Arang adalah suatu bahan padat berpori yang merupakan hasil pembakaran bahan yang mengandung unsur karbon (Djarmiko, 1985), sedangkan arang aktif adalah arang yang diaktifkan dengan cara perendaman dalam bahan kimia atau dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam bahan, sehingga pori bahan menjadi lebih terbuka dengan luas permukaan.

Pori-pori karbon aktif perlu dilakukan aktivasi agar kinerja dalam adsorpsi lebih optimal. Tujuan proses aktivasi untuk menambah atau memperbesar diameter pori karbon dan mengembangkan volume yang terserap dalam pori serta untuk membuka pori-pori baru (Prabarini dan Okayadnya, 2014). Aktivasi merupakan suatu proses pembentukan karbon aktif yang berfungsi untuk menambah, membuka dan mengembangkan volume pori karbon serta dapat menambah diameter pori-pori karbon yang sudah terbentuk dari proses karbonisasi melalui metode kimia atau fisika. (Budiono dkk, 2009; Kurniawan, 2014).

Permukaan arang aktif yang semakin luas berdampak pada semakin tingginya daya serap terhadap bahan gas atau cairan (Kirk dan Othmer, 1964). Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25 - 1000% terhadap berat arang aktif. Karena hal tersebut maka arang aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Hampir 60% produksi arang aktif di dunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri gula dan pembersihan minyak dan lemak, kimia dan farmasi (Arifin, 2008). Menurut Hendra (2010) proses aktivasi pada arang secara umum ada tiga, antara lain proses fisika, kimia dan kombinasi fisika-kimia. Proses pengaktifan secara fisika dilakukan dengan pembakaran arang dalam tungku dengan suhu 850 °C. Proses pengaktifan secara kimia dilakukan dengan menambahkan senyawa kimia tertentu pada arang. Senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai bahan pengaktif antara lain KCl, NaCl, ZnCl₂, CaCl₂, MgCl₂, H₃PO₄, Na₂CO₃, dan garam mineral lainnya. Kondisi optimum untuk membuat arang aktif dengan kualitas terbaik dari bahan baku cangkang kelapa sawit yaitu pada suhu 850 °C. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Faradina dan Setiawati (2010) arang diaktifkan dengan menggunakan senyawa kimia yaitu ZnCl₂ Prasetyani (2010) pengaktifan karbon aktif dilakukan dengan menambahkan ZnCl₂ sebagai aktivator sehingga pori-pori permukaan arang menjadi lebih luas. Hal ini akan

memudahkan proses penyerapan. Arang yang telah diaktivasi digunakan untuk menghilangkan pengotor dengan cara menyerap atau meng-adsorp. Kemampuan menyerap pengotor adalah indikator tingkat keberhasilan proses pengaktifan arang.

Arang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan dapat dijadikan sebagai *adsorben* (penyerap) dalam proses pemisahan gas. Penyerapan kontaminan dalam air, *recovery solvent*, katalis dan penyangga katalis. Pada penggunaan sebagai adsorben, daya serap arang ditentukan oleh luas permukaan pori. Permukaan arang yang semakin luas berdampak pada semakin tingginya daya serap terhadap bahan gas atau cairan (Kirk dan Othmer, 1964). Kemampuan serap arang dapat menjadi lebih tinggi jika arang diaktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Arang yang telah diaktivasi akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia yang disebut dengan arang aktif (Meilita dan Tuti, 2003).

Arang aktif adalah arang yang diaktifkan dengan cara perendaman dalam bahan kimia atau dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam bahan, sehingga pori bahan menjadi lebih terbuka dengan luas permukaan. Arang aktif dapat dibuat dari bahan karbon berpori yang dapat diperoleh dari bahan buangan padat pertanian seperti sekam padi, tempurung kelapa, cangkang kelapa sawit, tempurung kemiri dan bahan buangan padat perkotaan seperti plastik, kertas dan karton. Salah satu bahan buangan padat dari perkebunan yang masih sedikit pemanfaatannya adalah cangkang kelapa sawit. Pada umumnya perusahaan menjadikan cangkang kelapa sawit sebagai bahan buangan yang sedikit kegunaannya. Disisi lain cangkang kelapa sawit juga mempunyai prospek sebagai bahan baku pada pembuatan arang aktif.

Sifat karbon aktif sendiri selain dipengaruhi oleh jenis bahan baku, luas permukaan, penyebaran pori dan sifat kimia permukaan arang aktif, namun juga dipengaruhi oleh cara aktivasi yang digunakan (Austin, 1984). Menurut Girgis dkk. (2002) mengemukakan bahwa H₃PO₄ sebagai agen aktivasi akan memberikan hasil terbaik jika dibandingkan dengan ZnCl₂ dan KOH. Bahan-bahan pengaktif tersebut bersifat sebagai dehidrator yang dapat mereduksi OH dan CO yang masih tersisa dari karbon hasil karbonisasi. Oleh karena itu perlu dilakukan aktivasi dengan merendam menggunakan H₃PO₄ pada beberapa ukuran butir arang cangkang kelapa sawit untuk mendapatkan luas permukaan butir arang aktif.

Tujuan penelitian ini untuk mempelajari pengaruh lama aktivasi dengan H₃PO₄ dan ukuran butir arang cangkang kelapa sawit terhadap luas permukaan butir arang aktif.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah cangkang Kelapa Sawit (*Elais guineensis* Jacq)

jenis Dura pada perkebunan PT. Surya Cipta Perkasa, Kecamatan Sebangau Kuala, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.

Metode pembuatan arang aktif dilakukan dengan cara pembuatan arang dan melakukan aktivasi terhadap arang yang telah dibuat. Pembuatan arang dari Cangkang kelapa sawit dilakukan dengan cara cangkang kelapa sawit dicuci kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Setiap bahan arang dimasukkan ke dalam tungku pengarangan dan dipanaskan pada suhu 500 °C selama 5 jam. Pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari cerobong menipis dan berwarna kebiruan.

Aktifasi arang cangkang kelapa sawit dapat dilakukan dengan cara cangkang kelapa sawit yang sudah dibuat arang ditumbuk untuk memperoleh ukuran butir atau dimensi arang yang diinginkan. Arang tersebut disaring dengan analisa saringan menjadi 3 (tiga) jenis ukuran yaitu; D₀ adalah arang dengan ukuran awal atau tertahan pada saringan Mesh 50, D₁ adalah arang dengan ukuran tertahan pada saringan Mesh 100 dan D₂ adalah arang dengan ukuran tertahan pada saringan Mesh 200 (< 0.165 mm).

Setelah memperoleh arang dengan masing-masing dimensi dan ukuran, selanjutnya arang diaktivasi dengan merendam dalam larutan Asam Fosfat (H₃PO₄) konsentrasi 2,5 % sebagai aktivator. Waktu aktivasi perendaman dilakukan dengan interval: A₀ = 0 jam, A₈ = 8 jam, A₁₆ = 16 jam dan A₂₄ = 24 jam. Kombinasi dari perlakuan tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Lama Aktivasi dan Ukuran Butir

Dimensi Lama Aktivasi	No. 50 (D ₀)	No. 100 (D ₁)	No. 200 (D ₂)
0 Jam (A ₀)	A ₀ D ₀	A ₀ D ₁	A ₀ D ₂
8 Jam (A ₈)	A ₈ D ₀	A ₈ D ₁	A ₈ D ₂
16 Jam (A ₁₆)	A ₁₆ D ₀	A ₁₆ D ₁	A ₁₆ D ₂
24 Jam (A ₂₄)	A ₂₄ D ₀	A ₂₄ D ₁	A ₂₄ D ₂

Dari dua belas kombinasi perlakuan di atas, kemudian dicuci dengan menggunakan aquades sehingga mencapai pH netral. Selanjutnya arang aktif dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 120 °C dan arang aktif siap dikarakterisasi.

Variabel yang diamati adalah: (1) Morfologi dan ukuran pori menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*), dan (2) Luas permukaan menggunakan metode BET (*Braunear Emmelt and Teller*) dari aktivasi arang aktif cangkang kelapa sawit.

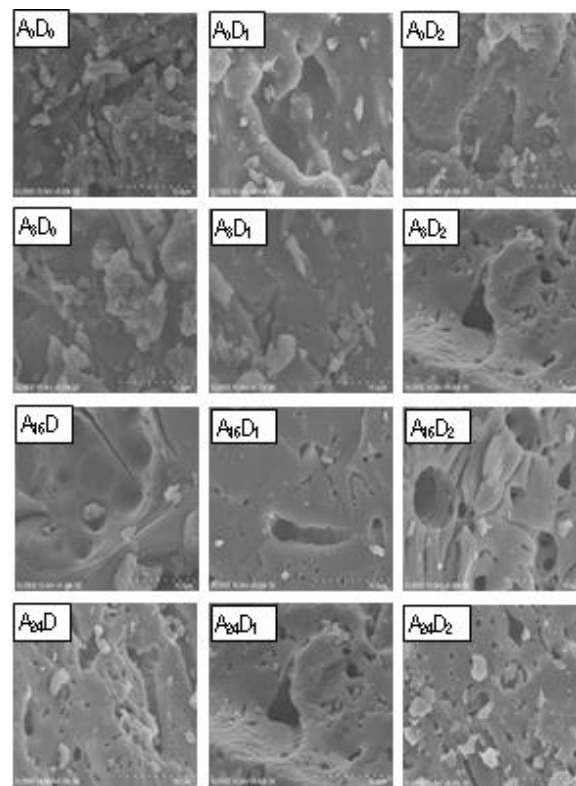
Pengukuran morfologi dan ukuran pori sampel dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). SEM adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk menyelidiki permukaan dari objek

solid secara langsung. Type alat SEM yang digunakan adalah Merk X'Pert PRO dengan perbesaran sebesar 5000x. Hasil pengukuran menggunakan SEM, selanjutnya dilakukan pengukuran struktur dan luas permukaan arang aktif dapat dilakukan dengan menggunakan *Braunear Emmelt and Teller* (BET). Dengan demikian dapat diperoleh luas permukaan arang aktif. Analisis data untuk mendapatkan luas permukaan arang aktif dilakukan dengan menggunakan *Braunear Emmelt and Teller* (BET), kemudian disajikan dalam bentuk table dan grafik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Ukuran dan Morfologi Pori

Hasil karakterisasi morfologi dan ukuran pori menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) yang disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil SEM karbon aktif dengan perbesaran 5000x dengan 12 kombinasi lama perendaman 0, 8, 16, 24 jam dengan ukuran butir mesh 50, 100 dan 200

Pada Gambar 1, terlihat bahwa waktu aktivasi sangat berpengaruh terhadap struktur dan ukuran pori karbon. Semakin lama waktu aktivasi akan semakin baik pori karbon yang dihasilkan, namun jika waktu aktivasi ditingkatkan lagi, maka ukuran pori kembali menjadi lebih besar. Struktur dan ukuran pori hasil karakterisasi

SEM menunjukkan bahwa selama proses aktivasi pelat-pelat karbon kristalit yang tidak teratur mengalami pergeseran sehingga permukaan kristalit menjadi terbuka terhadap gas pengaktif yang dapat mendorong residu-residu hidrokarbon. Pergeseran pelat karbon menghasilkan pori yang baru dan mengembangkan mikropori awal menjadi makropori serta menurunkan derajat kristalinitas (Hassler, 1974). Selain itu, larutan H_3PO_4 sebagai aktivator juga mempengaruhi karena merupakan asam kuat yang mampu mengangkat senyawa hidrokarbon atau zat pengotor sehingga menyebabkan terjadinya pembentukan pori pada permukaan karbon.

3.2. Luas Permukaan

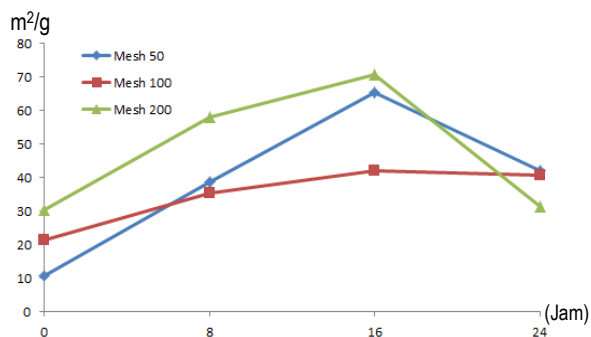
Hasil karakterisasi luas permukaan dengan menggunakan metode *Braunnear Emmelt and Teller* (BET) pada perlakuan lama aktivasi dan ukuran pori disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Pengaruh Lama Aktifasi dan Ukuran Butir Terhadap Luas Permukaan Arang Aktif (m^2/g)

Lama Perendaman (Jam)	Luas Permukaan Arang Aktif (m^2/g)		
	Mesh 50	Mesh 100	Mesh 200
0 Jam	10.619	21.505	30.326
8 Jam	38.713	35.245	57.991
16 Jam	65.508	42.100	70.783
24 Jam	42.100	40.754	31.370

Sumber : Hasil Penelitian BET, 2019

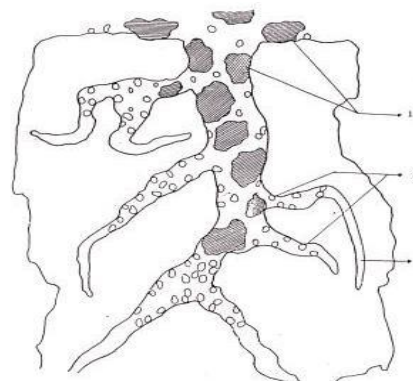
Luas permukaan butir arang aktif cangkang kelapa sawit (Tabel 2) dapat disajikan dalam bentuk gambar (Gambar 2), agar mempermudah dalam menginterpretasikan hasil analisis data.



Gambar 2. Luas Permukaan Arang Aktif Berdasarkan Ukuran Butir dan Waktu Aktivasi (Lama Perendaman)

Tabel 2 dan Gambar 2 merupakan hasil karakterisasi arang aktif menggunakan *Braunnear Emmelt and Teller* (BET). Luas permukaan hasil

karakterisasi BET menunjukkan bahwa selama proses aktivasi berdasarkan lama perendaman, secara umum diperoleh luas permukaan optimum pada perendaman selama 16 jam untuk semua ukuran butir. Luas permukaan arang aktif terluas terdapat pada ukuran butir Mesh 200. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran butir menghasilkan luas permukaan semakin luas. Hasil ini didukung oleh pendapat Hassler, 1974, bahwa luas permukaan yang luas dapat meningkatkan pori dan pori yang tidak teratur mengalami pergeseran sehingga permukaan kristalit menjadi terbuka terhadap gas pengaktif yang dapat mendorong residu-residu hidrokarbon. Pergeseran pelat karbon menghasilkan pori yang baru dan mengembangkan mikropori awal menjadi makropori serta menurunkan derajat kristalinitas. Larutan Asam Fosfat (H_3PO_4) sebagai aktivator juga mempengaruhi luas permukaan karena merupakan asam kuat yang mampu mengangkat senyawa hidrokarbon atau zat pengotor sehingga menyebabkan terjadinya pembentukan pori pada permukaan karbon. Mekanisme aktivasi oleh zat aktivator dalam pembentukan pori dalam penyerapan fasa cair disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Ukuran Pori Pada Penyerapan Fasa Cair (Sumber: Beukens, 1985)

Pada Gambar 3, daerah (1) memungkinkan pelarut dan bahan yang akan diserap dapat masuk, daerah (2) memungkinkan pelarut dan bahan yang lebih kecil yang akan diserap dapat masuk dan daerah (3) hanya dimasuki pelarut.

Semakin kecil diameter pori karbon dan semakin banyak volume pori maka semakin besar luas permukaan dan daya serap karbon tersebut. Hal ini terjadi sangat dipengaruhi oleh proses karbonisasi dan aktivasi arang karbon. Karbon aktif yang dibuat dari bahan alam tidak hanya mengandung senyawa karbon, tetapi juga mengandung beberapa mineral. Sebagian mineral ini hilang selama proses karbonisasi dan aktivasi, sebagian lagi tertinggal dalam karbon aktif (Jankowska *et al*, 1991). Kadar abu merupakan jumlah

sisa dari akhir proses pembakaran. Residu tersebut berupa zat-zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran (Prameidia, 2013).

Karbonisasi atau pengarangan adalah suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen sangat terbatas, biasanya dilakukan dalam *furnace*. Proses ini menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat, tar-tar, dan hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan pori-pori yang sempit (Cheremisinoff, 1993). Pada proses karbonisasi, arang yang dihasilkan mempunyai daya serap rendah karena masih ada senyawa pengotor diantaranya hidrokarbon, air, dan oksida-oksida (Sembiring, 2003). Menurut Astuti (1990) dijelaskan bahwa secara umum proses karbonisasi sempurna adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara sampai temperatur cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa.

Selama karbonisasi banyak elemen nonkarbon, hidrogen, dan oksigen diubah menjadi gas oleh dekomposisi pirolisis dari bahan mula-mula, dan atom-atom karbon bebas mengelompok dalam formasi kristalografis yang dikenal sebagai kristal grafit. Susunan kristal tidak beraturan, sehingga celah-celah bebas tetap ada diantaranya dan rupanya hasil dari penumpukan dan dekomposisi bahan-bahan tar ini mengotori atau paling sedikit memblokir karbon yang tidak terorganisasi (*amorph*). Bahan karbon yang demikian kemudian dapat diaktivasi secara parsial dengan mengubah produk tar dengan memanaskannya dalam aliran gas *inert*, atau dengan mengekstraksinya menggunakan *solvent* yang sesuai, atau dengan reaksi kimia (Rodriguez, 1993).

Berdasarkan analisis keragaman diketahui bahwa suhu aktivasi dan konsentrasi bahan pengaktif H_3PO_4 berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu. Kadar abu meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi bahan pengaktif H_3PO_4 karena pada waktu aktivasi terjadi kontak udara sehingga terjadi pembakaran lebih lanjut dan arang aktif menjadi abu, dan juga disebabkan oleh terbentuknya garam amonium $(NH_4)_2CO_3$ yang menempel pada permukaan arang aktif atau terperangkap dalam kisi-kisi heksagonal arang aktif. Proses karbonisasi mengalami proses oksidasi dari partikel halus dan proses oksidasi ini dilanjutkan pada waktu aktivasi (Pari, 1999; Pari *et al.* 2000; Hendra dan Pari, 1999).

Menurut Sudrajat dan Salim (1994), karbonisasi pada suhu 500-1000°C merupakan tahap dari pemurnian arang atau kadar karbon. Hal ini didukung pendapat Kurniati (2008), bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi dapat berupa waktu dan suhu karbonisasi. Bila waktu karbonisasi diperpanjang maka reaksi pirolisis semakin sempurna sehingga hasil arang semakin turun tetapi cairan dan gas makin

meningkat. Waktu karbonisasi berbeda-beda tergantung pada jenis-jenis dan jumlah bahan yang diolah. Misalnya: tempurung kelapa 3 jam (BPPI Bogor, 1980), sekam padi kira-kira 2 jam (Joni TL dkk, 1995) dan tempurung kemiri 1 jam (Bardi M dan A Mun'im, 1999). Suhu karbonisasi yang berpengaruh terhadap hasil arang karena semakin tinggi suhu, arang yang diperoleh makin berkurang tapi hasil cairan dan gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh makin banyaknya zat-zat terurai dan yang teruapkan. Untuk tempurung kemiri suhu karbonisasi 400 °C (Bardi M dan A Mun'im, 1999), dan tempurung kelapa suhu karbonisasi 600 °C (BPPI Bogor, 1980).

Aktivasi adalah perubahan secara fisik dimana luas permukaan dari karbon meningkat dengan tajam dikarenakan terjadinya penghilangan senyawa tar dan senyawa sisa-sisa pengarangan (Shreve, 1997).

Daya serap karbon aktif semakin kuat bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi dari aktivator yang ditambahkan. Hal ini memberikan pengaruh yang kuat untuk mengikat senyawa-senyawa tar keluar melewati mikro pori-pori dari karbon aktif sehingga permukaan dari karbon aktif semakin lebar atau luas dan mengakibatkan semakin besar pula daya serap karbon aktif tersebut (Tutik dan Faizah, 2001).

Proses aktivasi sangat dipengaruhi oleh faktor lama perendaman, konsentrasi aktivator dan ukuran bahan. Perendaman dengan bahan aktivasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin, karena adanya lignin dapat membentuk senyawa tar. Waktu perendaman untuk bermacam-macam zat tidak sama (Kurniati, 2008). Misalnya sekam padi dengan aktivator NaCl direndam selama 24 jam (Majalah kulit, karet dan plastik, 2003). Sani (2011) melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari tanah gambut dengan aktivator H_2SO_4 didapat waktu aktivasi yang optimum adalah 2,5 jam. Salamah (2008) melakukan penelitian yaitu pembuatan karbon aktif dari kulit buah mahoni dengan aktivator KOH didapat waktu perendaman optimum adalah 4 jam. Aktivator H_3PO_4 lamanya perendaman sekitar 12-24 jam (Sudrajat dan Salim, 1994).

Konsentrasi aktivator. Semakin tinggi konsentrasi larutan kimia aktivasi maka semakin kuat pengaruh larutan tersebut mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi untuk keluar melewati mikro pori-pori dari karbon sehingga permukaan karbon semakin *porous* yang mengakibatkan semakin besar daya adsorpsi karbon aktif tersebut (Kurniati, 2008).

Ukuran bahan, makin kecil ukuran bahan makin cepat perataan keseluruhan umpun sehingga pirolisis berjalan sempurna. Pada pirolisis tempurung kelapa 2-3 mm (Tutik dan Faizah, 2001).

4. KESIMPULAN



Hasil karakterisasi menggunakan *Braunnear Emmelt and Teller* (BET) dapat menentukan lama aktivasi dengan perendaman menggunakan Asam Fosfat (H_3PO_4) dan ukuran butir arang cangkang kelapa sawit terbaik dalam menghasilkan luas permukaan butir arang aktif. Luas permukaan hasil karakterisasi BET menunjukkan bahwa selama proses aktivasi dengan lama perendaman Asam Fosfat (H_3PO_4), secara umum diperoleh luas permukaan optimum pada perendaman selama 16 jam untuk semua ukuran butir. Luas permukaan arang aktif terluas terdapat pada ukuran butir Mesh 200.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada berbagai pihak, yaitu (1) Orang Tua, Istri dan anak yang selalu mensuport dalam menyelesaikan pendidikan program S3, (2) CIMTROP Universitas Palangka Raya (UPR) yang bersedia memfasilitasi untuk kegiatan Research, (3) General Manager PT. Surya Cipta Perkasa yang membantu pelaksanaan penelitian di lapangan, (4) Kepala Laboratorium Manajemen Hasil Hutan Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya (UPR), Kepala Laboratorium Pemrosesan Material Lanjut, Institut Teknologi Bandung yang bersedia memfasilitasi peralatan penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Austin, G.T., 1984, *Shreve's Chemical Process Industry*, Fifth Edition. Mcgraw Hill Book Company, Newyork, hal 136-138.
- A Mun'in dan Bardi M. 1999. Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut. Jatim : Fakultas Teknologi Industri UPN.
- Arifin, 2010, 'Dekolorisasi Air yang Mengandung Zat Warna Tekstil Dengan Metode Koagulasi Poly Aluminium Chloride dan Adsorpsi Arang Aktif', Tangerang : PT. Tirta Kencana Cahaya Mandiri.
- Andriati Amir Husin, 2003, Limbah Untuk Bahan Bangunan
- Astuti. 1990. Efektifitas Arang Aktif sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Limbah, Medan : Universitas Sumatera Utara
- Astuti, D., M. 1990. Aktivasi Karbon Tempurung Kelapa dengan penambahan Natrium dan Kalium Halida (Skripsi). FMIPA UGM. Yogyakarta
- Bogor, BPPI. 1980. Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut. Jatim : Fakultas Teknologi Industri UPN.
- Buekens, A. Keirsse, H. Schoeters, J. dan Verbeeck, A., 1985, Production of Activated Carbon from Euphorbia Tiracull. Brussel.
- Cheremisinoff, N. P. 1993. *Carbon Adsorption of Pollutant Control*. John Willey & Sons Canada.
- Djarmiko, 1985. Pengolahan Arang dan Kegunaannya. Departemen Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Faradina, E. dan Setiawati, N., 2010, "Regenerasi Minyak Jelantah Dengan Proses Bleaching Menggunakan Adsorben Arang Aktif", Laporan Penelitian Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Girgis, B.S. Samya, S.Y. Ashraf, M.S., 2002, Characteristic Of Activated Carbon From Peanut Hulls In Relation To Condition Of Preparation, *Materials Letters*, hal 57(1).
- Hassler, J.W., 1974, Purification with Activated Carbon: Industrial Commercial, Environmental. Chemical Publishing Co. Inc, New York.
- Hendra (2010). Sifat Arang Aktif dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 25 (4): 291 - 302
- Hendra dan Pari, 1999. Pembuatan Arang Aktif dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. Jakarta.
- Jankowska, H., Swiatkowski, A., dan Choma, J., 1991, "Active Carbon. Horwood", London.
- Joni TL dkk, 1995. Rekayasa Pembuatan Tungku Pembakaran Sekam Padi Untuk Pembuatan Arang Aktif dari Sekam Padi. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Ujung Pandang.
- Kienle, H.V. Campbell, F.T. Pfefferkom, R. dan Rounsaville, J.F., 1986, *Ulman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. 5th Completely Revised Edition, Volume 5. Cancer Chemotherapy to Ceramics Colorants. VCH, Weinheim.
- Kirk dan Othmer, 1964. "Encyclopedia of Chemical Technology" Vol.4 Second Edition. USA.
- Kurniati, 2008. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. Jawa Timur : Teknik Kimia FTI UPN.
- Lu, W. dan Chung, D.D.L., 2001, Preparation of conductive carbons with high surface area. *Carbon* 39: 39-44
- Meilita, T.S. dan Tuti, S.S., 2003, Arang Aktif (Pengenalan Dan Proses Pembuatannya), Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Pari, G., 1999, "Pembuatan dan karakteristik arang aktif dari batubara", Tesis Program Magister Kimia,

- Institut Teknologi Bandung, Bandung. Tidak diterbitkan.
- Pari *et al.* 2000. Kemungkinan Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kayu Acacia Mangium Willd untuk Pemurnian Minyak Kelapa Sawit. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 8(1) : 40 – 53. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Prasetyani (2010) . Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Biji Kluwak Dengan Aktivasi $ZnCl_2$. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Prameidia, Monika Dwi 2013. Pengaruh Konsentrasi Aktivator H_2SO_4 Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit". <http://digilib.polsri.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&=ssptpolsri-gdl-dwimonikap-6543>
- Purwanto, Djoko. 2011. Arang Dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit. Banjar Baru : Jurnal Penelitian Hasil Hutan.
- Rodriguez-Reinoso F., Buss, G.Y 1993. *European Paten EP 0329 251 B1*.
- Salamah, Siti (2008) Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Mahoni dengan Perlakuan Perendaman dengan Larutan KOH. Yogyakarta : Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan.
- Salim, dan Sudrajat. 1994. Kelapa Sawit dan Aneka Pengolahannya
<http://lordbroken.wordpress.com/2011/01/08/kelapa-sawit-dan-aneka-pengolahannya/>
- Sani (2011) Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut, Jatim : Fakultas Teknologi Industri UPN.
- Sembiring, Melita Tryana dan Tuti Sarma Sinaga, (2003) Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan). Sumatera Utara : Teknik Industri USU.
- Sudrajat dan S. Soleh, 1994, "Petunjuk teknis pembuatan arang aktif", Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi kehutanan, Bogor.
- Shreve, 1997. Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut, Jatim : Fakultas Teknologi Industri UPN
- Tanaka, K. Aoki, H. Ago, H. Yamake, T. dan Okahara, K., 1997, Interlayer Interaction Of Two Graphene Sheets As A Model Of Double Layer Carbon Nanotubes. Carbon 35 (1): 121-125.
- Tutik dan Faizah, 2001. Efektifitas Arang Aktif Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Limbah, Medan : Universitas Sumatera Utara.