

## Pengaruh Aktivator HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb)

Verayana, Mardjan Paputungan, Hendri Iyabu

Prodi Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo

e-mail: -

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kualitas arang, morfologi permukaan pori, kandungan senyawa oksida, dan daya adsorpsi arang aktif tempurung kelapa tanpa aktivasi kimia dengan arang aktif tempurung kelapa yang menggunakan aktivator HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Metode yang digunakan untuk menghasilkan arang aktif adalah karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi dilakukan melalui proses pembakaran tak sempurna, sedangkan aktivasi dengan menggunakan cara kimia yaitu dengan merendam arang dengan larutan asam klorida 3 N dan asam fosfat 3 N. Arang aktif yang dihasilkan dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi permukaan pori dan X-Ray Fluoresensi (XRF) untuk mengetahui kandungan senyawa oksida pada arang. Arang aktif yang dihasilkan diuji daya adsorpsinya terhadap logam timbal (Pb) dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas arang tempurung kelapa tanpa aktivasi dan arang aktif menggunakan aktivasi kimia memiliki kadar air berkisar antara 2,5-6,5% dan kadar abu 8,5-10%. Hal ini telah memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI 06 –3730-1995) yaitu kadar air maksimum 15% dan kadar abu maksimum 10%. Hasil analisa SEM menunjukkan morfologi pori arang aktif tempurung kelapa dengan menggunakan aktivasi kimia memiliki rongga pori yang lebih besar dibanding rongga pori arang tempurung kelapa tanpa aktivasi. Hasil analisa XRF menunjukkan senyawa oksida arang tempurung kelapa tanpa aktivasi dengan arang arang aktif diaktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> memiliki komposisi senyawa oksida presentase terbesar yang sama secara berturut-turut adalah Na<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, K<sub>2</sub>O, CaO, sedangkan pada arang tempurung diaktivasi HCl terjadi perubahan komposisi kimia presentase terbesar secara berturut-turut yaitu MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO, K<sub>2</sub>O, dan senyawa penyusun lainnya hanya dengan persentase yang kecil. Hasil uji daya adsorpsi menunjukkan prestase arang aktif tempurung kelapa dengan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> adalah 92,926%, aktivator HCl adalah 77,813%, dan arang tempurung tanpa aktivasi adalah 59,485%.

**Kata Kunci:** Arang aktif, tempurung kelapa, morfologi pori, senyawa oksida, timbal

### PENDAHULUAN

Tempurung kelapa kebanyakan hanya dianggap sebagai limbah industri pengolahan kelapa, ketersediaannya yang melimpah dianggap masalah lingkungan, namun *renewable*, dan murah. Padahal arang tempurung kelapa ini masih dapat diolah lagi menjadi produk yang mempunyai nilai ekonomis tinggi yaitu sebagai karbon aktif atau arang aktif (Dhidan dalam Pambuyan, dkk, 2013: 116).

Salah satu produk yang bernilai ekonomi yang dibuat dari tempurung kelapa adalah arang aktif (Kurniawan, R, dkk, 2014: 16). Tempurung ini

sangat cocok untuk dijadikan bahan baku dari karbon aktif karena memiliki kandungan selulose, hemiselulose, dan lignin (Prabarini, N, dan DG Okayadya, 2013: 35).

Karbon aktif memegang peranan yang penting baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu pada proses industri dalam meningkatkan kualitas atau mutu produk yang dihasilkan, seperti pada industri pengolahan air minum, industri gula, industri obat-obatan dan masih banyak lagi penggunaan karbon aktif. Munculnya banyak industri di dalam dan di luar negeri membuat tingkat persaingan dalam

memproduksi karbon aktif juga semakin tinggi. Kompetisi pasar ini telah didukung dengan dikeluarkannya Standar Industri Indonesia (SII) yang mencakup persyaratan-persyaratan minimum yang harus dipenuhi untuk menjaga kualitas produk karbon aktif (Kurniawan, R., dkk, 2014: 16).

Penelitian pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa dengan menggunakan aktivasi asam kuat juga telah banyak dilakukan diantaranya yaitu pengaruh aktivasi arang tempurung kelapa dengan  $H_3PO_4$  dan  $H_2SO_4$  untuk adsorpsi fenol. Serta penelitian uji coba penjernihan dan penghilangan bau limbah tapioka dengan menggunakan arang aktif dari tempurung kelapa.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: gelas kimia pyrex, gelas ukur 10 mL, labu takar pyrex, erlenmeyer pyrex, corong, oven, furnace, cawan porselin, cawan penguapan, pengaduk gelas, neraca analitik, spatula, magnetic stirrer, ayakan lolos 90 mesh fischer, pipet tetes, batang pengaduk, deksikator, krustang, SEM, XRF, dan SSA.

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam fosfat ( $H_3PO_4$ ), asam klorida (HCl),  $Pb(NO_3)_2$ , Akuades, kertas saring, indikator universal, dan aluminium foil.

### Tahapan Penelitian

#### 1. Preparasi Sampel

Sampel tempurung kelapa dibersihkan dan dijemur di bawah sinar matahari selama 3 hari untuk menghilangkan kandungan air pada sampel.

#### 2. Pembuatan Arang Tempurung Kelapa

Sampel tempurung kelapa dimasukkan ke dalam tong pembakaran. Kemudian tong pembakaran ditutup (tutup tong terdapat dua lubang sebagai tempat keluarnya asap) dan dipanaskan selama 4-6 jam. Arang yang dihasilkan dibiarkan menjadi dingin, kemudian arang digiling dan diayak hingga halus menjadi bubuk arang.

#### 3. Proses Aktivasi Arang Tempurung Kelapa

Sebanyak 20 gram arang tempurung kelapa yang lolos 90 mesh masing-masing direndam dalam 100 mL larutan HCl 3N dan  $H_3PO_4$  3N selama 24

jam. Kemudian campuran tersebut disaring menggunakan kertas saring dicuci dengan akuades sampai bersih (ditandai dengan larutan hasil cucian netral pH=7). Selanjutnya, diambil residunya dan dikeringkan dalam oven pada suhu  $\pm 110$  °C selama 3 jam. Setelah itu, disimpan dalam deksikator hingga arang stabil. Selanjutnya dilakukan analisis kualitas arang aktif yang meliputi analisis kadar air dan abu.

#### a. Analisa kadar air

Sebanyak  $\pm 1$  gram arang aktif tempurung kelapa dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya. Cawan yang berisi sampel dipanaskan dalam oven pada suhu  $\pm 110$  °C selama 3 jam, setelah itu didinginkan di dalam deksikator dan ditimbang. Dilakukan hal yang sama secara berulang-ulang hingga beratnya konstan (Budiono, 2010: 23).

Perhitungan kadar air menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

B : bobot sampel sebelum pemanasan (g)

C : bobot sampel setelah pemanasan (g)

#### b. Analisis kadar abu

Ditimbang 1 gram arang aktif, kemudian ditempatkan dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot sebelum pengabuan. Cawan yang berisi sampel dipanaskan dalam muffle furnace pada suhu  $\pm 600$  °C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan dalam deksikator dan ditimbang. Dilakukan hal yang sama secara berulang-ulang hingga beratnya konstan (Budiono, 2010: 23). Perhitungan kadar abu menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{D}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

D : bobot sampel sebelum pengabuan (g)

B : bobot sampel setelah pengabuan (g)

## 4. Karakterisasi Arang Aktif Tempurung Kelapa

a. Karakterisasi luas permukaan pori menggunakan SEM

Arang aktif yang telah terbentuk dianalisis luas area permukaan porinya menggunakan metoda *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Untuk

menggunakan metode ini, perlu dilakukan serangkaian proses seperti: Sampel yang akan dianalisis ditempelkan dengan menggunakan *conducting glue* pada tempat bahan. *Hand blower* digunakan pada sampel agar sampel dapat menempel dengan baik pada *conducting glue* yang ada di tempat bahan. Lalu dilakukan *coating*, proses *coating* ini untuk melapisi sampel dengan Pt dan Au agar sampel tidak rusak saat di *scanning*. Sampel disimpan di ruang vakum, kemudian siap untuk dianalisis (Radjak, G, 2016: 20)

b. Karakterisasi kandungan senyawa oksida menggunakan XRF

Menimbang sampel yang telah halus sebanyak 3 gram. Memasukkan dalam sampel cup dan memberi label (sampel cup dilapisi dengan mylar foil 6 mikron). Meletakkan sampel cup pada sampel holder. Mengukur dengan menggunakan XRF S2 Ranger Bruker. Menganalisis hasilnya dengan EDX Spectra pada computer yang terhubung langsung dengan XRF.

5. Uji Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa pada Logam Timbal (Pb)

Sebanyak 1 gram arang aktif ditimbang (3x perlakuan yang sama), masing-masing dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 50 mL larutan logam timbal (Pb) dengan konsentrasi 10 ppm, kemudian diaduk selama 40 menit. Campuran yang dihasilkan disaring dan filtrat yang dihasilkan ditambahkan beberapa tetes HNO<sub>3</sub> hingga pH filtrat di bawah 2. Selanjutnya filtrate dianalisa kadar Pb dengan Spektrofotometer Serapan Atom.

Persentase serapan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Serapan (\%)} = \frac{A_0}{A} \times 100\%$$

Dimana A<sub>0</sub> adalah konsentrasi awal larutan (ppm) dan A adalah konsentrasi akhir larutan (ppm).

a. Pembuatan larutan baku logam Pb 100 ppm

Sebanyak 0,1596 gram Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

b. Pembuatan larutan kerja logam Pb 10 ppm

Dari larutan baku 100 ppm diambil sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam labu

ukur 250 mL. Kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas sehingga dihasilkan larutan dengan konsentrasi 10 ppm.

#### Teknik Analisis Data

Konsentrasi logam dalam larutan ditentukan dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) untuk menentukan presentase serapan. Selanjutnya presentase serapan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Serapan (\%)} = \frac{A_0}{A} \times 100\%$$

Dimana A<sub>0</sub> adalah konsentrasi awal larutan (ppm) dan A adalah konsentrasi akhir larutan (ppm) (Widayanti dalam Nurdin, 2015: 29).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

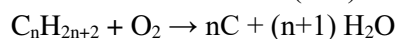
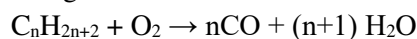
### Preparasi Sampel

Preparasi pada penelitian ini dimulai dengan preparasi bahan dasar arang aktif, yaitu dengan menjemur sampel tempurung kelapa kontak langsung dengan matahari selama 3 hari. Hal tersebut bertujuan menghilangkan kadar air yang terdapat pada tempurung kelapa.

### Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi yaitu proses pengarangan dalam ruang tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya (Jankowska et al, dalam Budiono, 2010: 5). Pada tahap ini, tempurung kelapa yang telah kering dimasukan ke dalam tong kemudian ditutup rapat, pada tutup bagian atas tong diberi dua lubang kecil sebagai jalan keluarnya asap. Setelah itu dilakukan pembakaran melalui bawah tong, pembakaran berlangsung tanpa ada udara yang masuk ke dalam tong. Menurut Fessenden (dalam Vinsiah, 2015: 43) bahwa pada pembentukan karbon proses karbonisasi yang digunakan adalah pembakaran tak sempurna. Pembakaran tidak sempurna adalah proses pembakaran dengan persediaan oksigen terbatas yang akan menghasilkan CO atau karbon dalam bentuk arang atau jelaga.

Reaksi pembakaran yang terjadi adalah sebagai berikut.



Menurut Sudrajat dan Soleh (dalam Triono, 2006: 6) bahwa proses pembuatan arang sangat menentukan kualitas arang yang dihasilkan. Arang adalah hasil pembakaran bahan yang mengandung karbon yang berbentuk padat dan berpori. Sebagian besar porinya masih tertutup oleh hidrogen, ter, dan senyawa organik lain yang komponennya terdiri dari abu, air, nitrogen, dan sulfur.

Arang yang telah dingin digiling hingga halus dan diayak menggunakan sehingga mendapatkan ukuran yang homogen.

#### Aktivasi Kimia

Proses aktivasi kimia pada penelitian ini dilakukan dengan cara merendam sampel tempurung kelapa masing-masing menggunakan larutan asam-asam kuat yaitu larutan asam klorida dan asam fosfat. Proses aktivasi kimia merupakan proses pengaktifan arang tempurung kelapa dengan menambahkan zat kimia tertentu pada sampel agar mengurangi kandungan air yang masih tertinggal pada permukaan arang sehingga pori-porinya lebih terbuka dan dapat meningkatkan daya serapnya.

Sampel yang telah dikarbonisasi ditimbang arang tempurung kelapa yang lolos ayakan 90 mesh sebanyak 20 gram (perlakuan dilakukan sebanyak 2 kali), masing-masing direndam dengan aktivator HCl 3N dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 3N. Campuran diaduk dan ditutup dengan menggunakan aluminium foil, dan didiamkan pada suhu kamar selama 24 jam. Perendaman sampel arang dengan larutan asam-asam kuat tersebut bertujuan untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pematangan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Mujizah, S., 2010: 14).

Setelah diaktivasi, campuran disaring dan residunya dicuci dengan akuades hingga pH netral (pH = 7) yang bertujuan menghilangkan sisa-sisa ion Cl<sup>-</sup> dan PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. Apabila filtrate telah netral, selanjutnya residunya dikeringkan dalam oven selama 3 jam pada suhu ± 100 °C yang bertujuan

untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa pada residu arang aktif tempurung kelapa. Setelah itu residu didinginkan pada deksikator hingga suhunya stabil.

#### Uji Kadar Air dan Abu Arang Aktif

Pada tahap ini masing-masing arang tempurung kelapa yang telah diaktivasi dilakukan pengujian kadar air dan kadar abu. Pengujian untuk tiap percobaan dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil yang didapatkan dalam 3 kali pengulangan dirata-ratakan dan diambil sebagai nilai dari persen kadar air dan kadar abu. Hasil pengujian kadar air dan kadar abu arang tempurung kelapa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kadar Air dan Abu pada Arang Aktif Tempurung Kelapa

Jenis Arang	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)
Tanpa aktivasi	6,333	8,930
Aktivasi HCl	3,033	9,033
Aktivasi H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2,830	9,400

##### a) Kadar Air

Metode yang digunakan pada penentuan kadar air karbon aktif adalah metode gravimetri yakni analisis kimia berdasarkan penimbangan perbedaan bobot antara karbon aktif sebelum diuapkan kandungan airnya dengan sesudah dilakukan penguapan karbon aktif. Gravimetri penguapan adalah gravimetri dimana komponen yang tidak diinginkan (air) diubah menjadi uap (Mujizah, 2010: 49). Tujuan dari penentuan kadar air adalah untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif tempurung kelapa.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar air yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 2,5-6,5% dan hasil tersebut memenuhi standar SNI 06-3730-1995 bahwa kadar air maksimum adalah 15%. Data pada Tabel 1 menunjukkan terjadi penurunan kadar air yang mana nilai kadar air untuk sampel arang tempurung kelapa tanpa aktivasi lebih tinggi dibandingkan dengan arang tempurung kelapa yang telah diaktivasi kimia menggunakan HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Penurunan kadar air ini sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari aktivator HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Terikatnya molekul air yang ada pada arang aktif oleh aktivator menyebabkan pori-

pori arang semakin besar (Budiono, 2010: 8). Semakin rendah kadar air menunjukkan sedikitnya air yang tertinggal dan menutupi pori karbon aktif. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah (Lyliana, 2013: 28).

#### b) Kadar Abu

Salah satu sifat dari karbon aktif yang mempengaruhi kualitas karbon aktif adalah kadar abu. Menurut Mujizah (2010: 52) bahwa kadar abu diasumsikan sebagai sisa mineral yang tertinggal pada saat dibakar, karena bahan alam sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif tidak hanya mengandung senyawa karbon tetapi juga mengandung beberapa mineral, dimana sebagian dari mineral ini telah hilang pada saat karbonisasi dan aktivasi, sebagian lagi diperkirakan masih tertinggal dalam karbon aktif.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar abu yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 8,5-10% dan hasil tersebut memenuhi standar SNI 06-3730-1995 bahwa kadar abu maksimum adalah 10%. Data pada Tabel 1 menunjukkan terjadi peningkatan kadar abu yang mana nilai kadar abu untuk sampel arang tempurung kelapa tanpa aktivasi lebih rendah dibandingkan dengan arang tempurung kelapa yang telah diaktivasi kimia menggunakan HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Menurut Pari (dalam Achmad, 2011) bahwa tingginya kadar abu arang aktif adalah karena proses oksidasi. Besarnya kadar abu dapat mempengaruhi daya serap arang aktif terhadap gas maupun larutan, karena kandungan mineral dalam abu seperti kalsium, kalium, magnesium, dan natrium akan menyebar dalam kisi-kisi arang aktif. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang (Mujizah, 2010: 52).

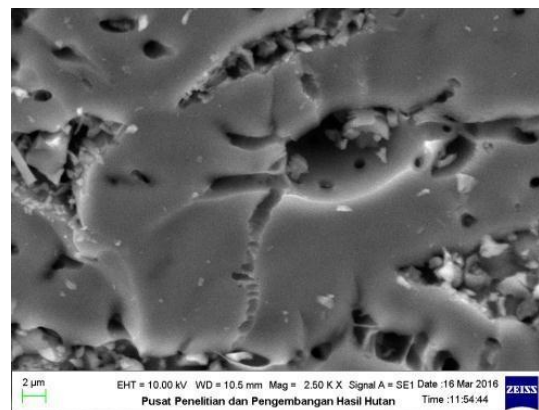
#### Karakterisasi Morfologi Pori Arang Aktif

Analisis morfologi pori arang tempurung kelapa tanpa aktivasi dan dengan aktivasi HCl serta aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dilakukan dengan menggunakan Scanning Electron Microscope Zeiss EVO 50 dengan perbesaran 2500 kali. Morfologi pori arang aktif dapat dilihat pada Gambar 1.

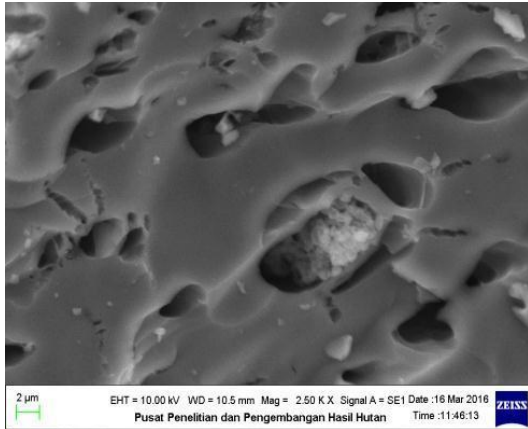
Tujuan dari penggunaan SEM adalah untuk mengetahui perbedaan bentuk permukaan pori dari arang tempurung sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi. Dalam penelitian ini karakterisasi menggunakan SEM EVO 50 sehingga yang terlihat hanya gambar keadaan permukaan pori yaitu banyaknya pori yang terbentuk dan besarnya rongga pori.

Berdasarkan Gambar 1 terlihat perbedaan morfologi pori permukaan arang tempurung kelapa tanpa aktivasi dengan arang tempurung kelapa yang diaktivasi kimia. Pada gambar terlihat adanya pengaruh aktivasi kimia dimana arang aktif yang diaktivasi dengan HCl (Gambar 1c) memiliki morfologi pori yang lebih besar dibandingkan arang aktif yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Hal ini disebabkan pori arang tanpa aktivasi sebagian besar porinya masih tertutup oleh hidrogen, ter, dan senyawa organik lain yang komponennya terdiri dari abu, air, nitrogen, dan sulfur (Sudrajat dan Soleh, dalam Triono, 2006: 6).

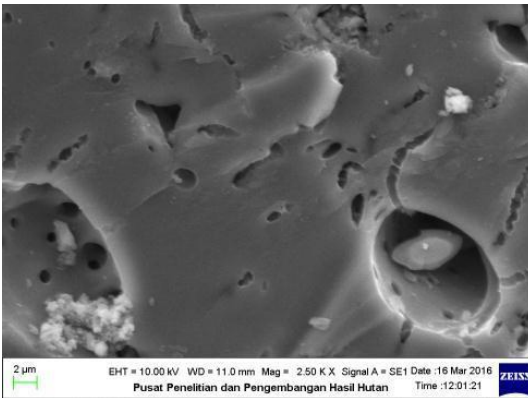
Bentuk permukaan pori merupakan salah satu faktor yang berperan didalam kemampuan suatu adsorben untuk mengadsorpsi. Pori-pori yang terdapat pada karbon aktif dapat meningkatkan kemampuan mengadsorpsi adsorbat karena pori tersebut merupakan celah yang memeperluas permukaan karbon aktif (La Hasan, dkk, 2014: 7).



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. Hasil Uji SEM Arang Aktif Tempurung Kelapa (a) Tanpa Aktivasi, (b) Aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dan (c) Aktivasi HCl

### Karakterisasi Senyawa Oksida Arang Aktif

Analisis senyawa oksida arang aktif tempurung kelapa tanpa aktivasi dan dengan aktivasi HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dilakukan menggunakan XRF S2 Ranger Bruker. Pada pengujian XRF dengan menggunakan serbuk dimana sebelum melakukan pengujian sampel arang telah dihaluskan. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui perbedaan komposisi senyawa oksida arang aktif sebelum dan sesudah aktivasi. Hasil analisis kandungan senyawa oksida disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Senyawa Oksida pada Arang Aktif Tempurung Kelapa

Senyawa	Kadar (%)		
	Tanpa Aktivasi	Aktivasi H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Aktivasi HCl
Na <sub>2</sub> O	58,300	60,200	-
MgO	15,000	14,200	46,400
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,780	19,450	29,540

K <sub>2</sub> O	9,040	3,430	3,890
CaO	5,600	1,440	5,450
TeO <sub>2</sub>	1,610	-	-
MnO	-	0,340	-
ZnO	-	0,210	2,020
SrO	0,390	0,160	-
SO <sub>3</sub>	-	-	2,590
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	2,700
SiO <sub>2</sub>	-	-	5,760
CuO	-	0,450	0,540
Cl <sup>-</sup>	0,180	-	1,030

Berdasarkan data pada Tabel 2 terlihat bahwa komposisi terlihat senyawa oksida arang tempurung kelapa tanpa aktivasi memiliki kandungan senyawa oksida hampir sama dengan kandungan senyawa pada arang tempurung dengan aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Senyawa penyusunnya terbesar secara berturut-turut adalah Na<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, K<sub>2</sub>O, CaO, Rb<sub>2</sub>O, SrO dan senyawa penyusun lainnya hanya dalam persentase yang kecil. Hal ini menandakan bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan pada komposisi kimia arang aktif setelah diaktivasi menggunakan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Sedangkan komposisi kimia arang aktif yang diaktivasi HCl adalah MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>, ZnO, Cl<sup>-</sup>, dan CuO. Kandungan ion Cl<sup>-</sup> sebesar 1,030% disebabkan pada proses pencucian arang masih ada sebagian kecil kadar Cl<sup>-</sup> yang tidak terlepas dari arang aktif. Selain itu, kandungan senyawa oksida logam pada arang aktif yang diaktivasi HCl lebih tinggi dibandingkan dengan arang aktif yang diaktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

Menurut Lempang, Mody (2014: 72) bahwa oksigen pada permukaan arang aktif, kadang-kadang berasal dari permukaan bahan baku atau dapat juga terjadi pada proses aktivasi dengan uap (H<sub>2</sub>O) atau udara. Keadaan ini biasanya dapat menyebabkan arang bersifat basa atau asam. Pada umumnya arang aktif mengandung komponen mineral. Komponen ini menjadi lebih pekat selama proses aktivasi arang. Selain itu, bahan-bahan kimia yang digunakan pada proses aktivasi sering kali menyebabkan perubahan sifat kimia arang yang dihasilkan.

### Adsorpsi Arang Aktif pada Logam Pb

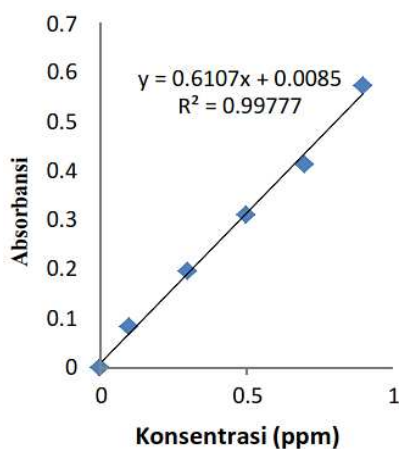
Analisa daya adsorpsi arang aktif tempurung kelapa diuji menggunakan

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Konsentrasi larutan sampel dapat ditentukan setelah larutan absorbansi larutan diukur dan dimasukkan ke dalam kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi merupakan kurva yang dibuat sebagai acuan dalam menentukan konsentrasi sampel (Nurdin, 2015: 32). Hasil absorbansi larutan standar logam Pb disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Absorbansi Larutan Standar Logam Pb

No	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)
1	0.000	0.000
2	0.083	0.100
3	0.196	0.300
4	0.311	0.500
5	0.414	0.700
6	0.574	0.900

Selanjutnya data pada Tabel 3 dibuat kurva kalibrasi logam Pb dari pengukuran absorbansi larutan standar dalam berbagai konsentrasi yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Kalibrasi Logam Pb Hasil Pengukuran Standar

Berdasarkan kurva kalibrasi pada Gambar 2 diperoleh persamaan garis regresi  $0.6107x + 0.0085$  dengan nilai koefisien korelasi (R) adalah 0.99777. Nilai koefisien korelasi ini menunjukkan adanya korelasi positif antara konsentrasi berbanding lurus dengan nilai absorbansi.

Pembuatan larutan standar dengan konsentrasi 10 ppm, setelah dibaca pada spektrofotometri serapan atom konsentrasinya adalah 0,320 ppm. Larutan standar tersebut yang telah

dikontakan dengan masing-masing 1 gram arang tempurung kelapa tanpa aktivasi, aktivasi HCl dengan Aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> selama 40 menit, hasil daya adsorpsinya pada logam timbal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Adsorpsi Arang Aktif terhadap Logam Pb

Jenis Arang	Serapan (%)
Tanpa aktivasi	59,375
Aktivasi HCl	77,812
Aktivasi H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	92,812

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap arang aktif (Agustina, dalam Lempang, 2014: 74), yaitu sifat arang aktif, sifat komponen yang diserapnya, sifat larutan dan sistem kontak. Daya serap arang aktif terhadap komponen-komponen yang berada dalam larutan atau gas disebabkan oleh kondisi permukaan dan struktur porinya (Guo et al., dalam Lempang, 2014: 74). Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui perbedaan kemampuan daya serap arang tempurung kelapa tanpa aktivasi dengan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

Berdasarkan Tabel 4 terlihat hasil serapan yang paling baik adalah hasil serapan arang aktif tempurung kelapa dengan aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dibandingkan dengan serapan arang aktif yang diaktivasi dengan HCl maupun arang tempurung tanpa aktivasi. Hal tersebut dipengaruhi oleh pori arang aktif yang diaktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> lebih banyak terbentuk dibandingkan dengan permukaan dibandingkan arang aktif yang diaktivasi dengan HCl. Sebagaimana dalam literatur bahwa pori-pori yang semakin banyak akan memudahkan terjadinya proses penjerapan sejumlah besar zat pengotor yang ingin dihilangkan (Meisrilestari, dkk., 2013: 47). Hal tersebut diprediksi terjadi akibat faktor ukuran adsorbat yaitu rongga terjadinya adsorpsi dapat dicapai melewati ukuran yang sesuai, sehingga molekul-molekul bias diadsorpsi adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter pori (Atmoko, 2012: 22). Literatur lain berpendapat bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, salah satu sifat

zat yang diserap. Kemampuan arang aktif untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul yang diserap dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog (Putri, dkk., 2013: 1017).

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan:

- 1) Arang tempurung kelapa tanpa aktivasi dengan arang tempurung kelapa yang diaktivasi kimia dengan menggunakan HCl dan  $H_3PO_4$ , ketiganya memiliki kadar air dan kadar abu yang memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995) yaitu kadar air maksimum 15% dan kadar abu maksimum 10%.
- 2) Permukaan pori arang tempurung kelapa tanpa aktivasi terlihat tertutup oleh pengotor sedangkan untuk arang aktif kelapa dengan aktivasi  $H_3PO_4$  memiliki pori yang lebih banyak dibanding dengan arang aktif dengan aktivasi HCl.
- 3) Kandungan senyawa oksida pada arang tanpa aktivasi dan arang aktif yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  dan mengalami perubahan komposisi pada arang yang diaktivasi dengan HCl.
- 4) Daya adsorpsi arang aktif tempurung kelapa dengan aktivator  $H_3PO_4$  adalah yang paling baik dibandingkan dengan daya adsorpsi oleh arang aktif yang diaktivasi dengan HCl dan arang tempurung tanpa aktivasi.

### Saran

Untuk peneliti selanjutnya disarankan agar menggunakan SEM-EDX agar dapat terbaca diameter pori dan kadar karbon dari arang aktif, serta menggunakan XRD dan FTIR agar dapat memprediksi struktur grafit dari arang aktif.

## DAFTAR PUSTAKA

Achmad, Ardiles. 2011. Pembuatan, Pencirian, dan Uji Daya Adsorpsi Arang Aktif dari Kayu

Meranti Merah (*Shorea sp.*). *Skripsi*. Program Sarjana Institut Pertanian Bogor.

Budiono, Ari. 2010. Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.

Kurniawan, Riski., Musthofa, Lutfi., Wahyunanto, Agung N. 2014. Karakterisasi Luas Permukaan BET (Braunear, Emmelt dan Teller) Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2(1):15-20.

La Hasan, N., Muhammad Zakir, dan Prastawa Budi. 2014. Desilikasi Karbon Aktif Sekam Padi sebagai Adsorben Hg pada Limbah Pengolahan Emas di Kabupaten Buru Propinsi Maluku. *Jurnal Chimica Acta*, 7(2):1-11.

Lempang, Mody. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknis EBONI*, 11(2):65-80.

Lylia H, Yola. 2013. Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Absorban Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember. *Skripsi*. Program Sarjana Universitas Jember. Jawa Timur.

Mujizah, Siti. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa Oleifera*. Lamk) dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif. *Skripsi*. Program Sarjana Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim. Malang.

Nurdin, M. Rusdiyadi. 2015. Pembuatan Arang Aktif dari Ampas Biji Nyamplung dan Uji Adsorpsi terhadap Logam Tembaga (Cu). *Skripsi*. Program Sarjana Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.

Pambayun, Gilar S., Remigius, Y. E. Yulianto., M. Rachimoellah., Endah, M. M. Putri. 2013. Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivator ZnCl dan  $Na_2CO_3$  sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam air Limbah. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1):116-120.

Prabarini, Nunik., DG Okayadya. 2013. Penyisihan Logam Besi (Fe) pada Air Sumur dengan



- Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(2):33-41.
- Putri, Deviyani Sunarno., R. Singgih, Sugeng Santosa., Mardiaty, Sulistyowati. 2013. Pengaruh Dosis Penambahan Arang Aktif terhadap Kandungan Protein dan Bau Perengus pada Susu Kambing Pasteurisasi. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 1(3):1014-1020.
- Radjak, Gustin. 2016. Pengaruh Aktivator Asam Klorida (HCl) dan Asam Posfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) terhadap Karakteristik (Luas Permukaan Pori) Arang Aktif Tempurung Kemiri serta Uji Daya Serap (Adsorpsi) pada Logam Merkuri (Hg). *Skripsi*. Program Sarjana Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Triono, A. 2006. Karakteristik Briket Arang Dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopsis Eminii* Engl) Dan Sengon (*Paraserianthes Falcataria* L. Nielsen) Dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera* L). *Skripsi*. Universitas Institut Pertanian Bogor. Bogor.