

## ARANG AKTIF SERBUK KAYU JATI MENGGUNAKAN AKTIVATOR $H_3PO_4$ DAN MODIFIKASI $TiO_2$

Lestari Sriani Wijaya<sup>1)</sup>, Diki Sany Afuza<sup>2)</sup>, Ely Kurniati<sup>3)</sup>

<sup>(1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Jalan Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60249, Indonesia  
Penulis korespondensi: lestariwijaya62@gmail.com

### Abstrak

Arang aktif ialah material arang yang memiliki pori-pori yang luas permukaannya besar sehingga sering dimanfaatkan. Tujuan dilakukannya percobaan ini yaitu untuk mengetahui proses pembuatan serbuk kayu jati dengan menggunakan aktivator  $H_3PO_4$  dan modifikasi titanium dioksida. Proses yang digunakan dalam pembuatan arang aktif serbuk kayu jati menggunakan proses pirolisis. Serbuk gergaji ditimbang dengan rasio berat awal sebesar 200 gram, 300 gram dan 400 gram. Proses aktivasi arang aktif serbuk kayu jati dilakukan aktivasi secara kimia dan tanpa aktivasi. Pada proses aktivasi kimia arang aktif yang didapatkan dari proses pirolisis direndam dengan menggunakan agen aktivasi asam fosfat dengan rasio konsentrasi yaitu sebesar 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Setelah dilakukan proses aktivasi menggunakan asam fosfat, kemudian dilakukan modifikasi atau penambahan titanium dioksida dengan rasio perbandingan (4:1). Penelitian ini memberikan hasil optimum pada berat awal 200 gram dengan konsentrasi sebesar 15% didapatkan kadar air sebesar 8,75% dan kadar abu sebesar 15,84%. Hasil uji EDX diperoleh penyusun komponen kimia arang aktif ialah arang (C) sebesar 22,27% berat, Oksigen (O) sebesar 33,26% berat, Aluminium (Al) sebesar 0,93% berat, Silikon (Si) sebesar 2,01% berat, Fosfor (P) sebesar 3,12% berat dan Titanium (Ti) sebesar 38,4% berat.

**Kata kunci:** arang aktif; asam fosfat; titanium dioksida; kayu jati

## MANUFACTURING OF ACTIVE CARBON TEAK SAWDUST USING $H_3PO_4$ ACTIVATOR AND $TiO_2$ MODIFICATION

### Abstract

Activated charcoal is a charcoal material that has pores with a large surface area so it is often used. The purpose of this experiment is to determine the process of making teak wood powder using  $H_3PO_4$  activator and titanium dioxide modification. The process used in the manufacture of teak wood powder activated charcoal using the pyrolysis process. Sawdust was weighed with an initial weight ratio of 200 grams, 300 grams and 400 grams. The activation process for activated charcoal from teak wood powder is chemically activated and without activation. In the chemical activation process, activated charcoal obtained from the pyrolysis process is immersed using phosphoric acid activation agent with concentration ratios of 5%, 10%, 15%, 20% and 25%. After the activation process was carried out using phosphoric acid, then modification or addition of titanium dioxide was carried out in a ratio (4:1). This study gave optimum results at an initial weight of 200 grams with a concentration of 15%, the moisture content was 8.75% and the ash content was 15.84%. EDX test results obtained that the chemical components of activated charcoal are charcoal (C) by 22.27% by weight, Oxygen (O) by 33.26% by weight, Aluminum (Al) by 0.93% by weight, Silicon (Si) by 2,01% by weight, Phosphorus (P) by 3.12% by weight and Titanium (Ti) by 38.4% by weight.

**Keywords:** activated carbon; phosphoric acid; titanium dioxide; teak wood

### PENDAHULUAN

Kekayaan alam di Indonesia melimpah terutama yang mengandung kandungan arang seperti salah satu contohnya yaitu kayu jati. Kayu jati ialah jenis kayu yang diminati guna bahan untuk memproduksi *furniture*. Proses pembuatan *furniture*

ini banyak menimbulkan limbah padat yang berupa serbuk gergaji kayu serta pemanfaatannya belum dioptimalkan, oleh karenanya sebagian besar pengolahannya masih dibakar dan dibuang. Komponen yang terkandung dalam kayu jati di antaranya: lignin 24,74%-28,07%; holoselulosa 70,19-72,24%; hemiselulosa 27,07-31,97%; dan

selulosa 40,26-43,12%. Kandungan dalam kayu jati berupa lignin, hemiselulosa, dan selulosa mempunyai persentase bahan yang baik untuk menghasilkan arang aktif. Kandungan pada serbuk kayu jati ialah ide dalam membuat arang aktif. Kandungan lignin, hemiselulosa, dan selulosa kayu jati mampu menghasilkan arang aktif sebab persentase bahan yang terkandung terbilang baik. Kandungan tersebut juga menjadi ide dalam membuat arang aktif. Kekuatan adsorpsi fisik dari arang aktif cenderung sangat kuat dibandingkan volume penyerap paling tinggi. Luas permukaan arang mencapai di atas  $1000\text{ m}^2/\text{g}$ , pori-pori yang terdapat dalam arang aktif memiliki kegunaan dalam menyerap/adsorpsi. Arang aktif selain penerapannya dalam dunia industri, bisa pula dipergunakan dalam mengolah limbah dan proses pemurnian air. Melalui proses aktivasi dan pengurangan, dihasilkan arang aktif dari bahan yang mengandung banyak arang. Melalui proses aktivasi kimia dan aktivasi fisika berupa pemanasan suhu  $800^\circ\text{C}$ - $1000^\circ\text{C}$ . Selanjutnya ini disertai dengan aktivasi dengan oksigen, arang dioksida, dan uap (Erawati and Helmy, 2018).

Arang aktif ialah suatu senyawa arang yang berbentuk amorf dengan kisaran  $500$ - $2.000\text{ m}^2/\text{g}$  untuk porositas serta luas area tingginya (Bansal and Goyal, 2005). Arang aktif bisa diproduksi dari serbuk gergaji yang sudah melewati proses pirolisis, kemudian dilakukan perencanaan pada bahan pengaktif. Secara umum penggunaan bahan pengaktif ini diantaranya  $NaOH$ ,  $Ca(OCl)_2$ ,  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$ ,  $ZnCl_2$ ,  $NaCl$ . Pembuatan arang aktif secara kimiawi dilakukan melalui perendaman dalam suatu *activating agent* dengan tujuan melakukan pelarutan atas pengotor pada pori-pori arang aktif, sehingga bisa menjadi lebih besar ukuran pori dan luas permukaan. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa arang aktif dari serbuk gergaji berpeluang cukup besar dengan kisaran rendemen antara 54,12 hingga 64,41% (Aruan, 2013)

Biomassa bisa dipergunakan atas bahan untuk produksi arang dengan pemanasan bersuhu tinggi. Sesudahnya, melalui proses aktivasi, arang dirubah menjadi arang aktif. Terkait hal ini, proses aktivasi ialah suatu proses guna menghilangkan hidroarang yang ada di permukaan arang, oleh karenanya porositas arang bisa meningkat (Cooney, 1980). Melalui proses kimia dan proses aktivasi fisik, maka arang aktif bisa diaktifkan. Pelaksanaan proses aktivasi fisika bisa dengan memberikan gas  $CO_2$  atau uap air, sementara secara kimia yaitu menambahkan suatu zat kimia (Jamilatun, 2014). Aktivasi kimia bisa dilakukan melalui menambahkan bahan kimia ketika pirolisis atau dengan menambahkan bahan kimia setelah arang terbentuk.

Sudah dilaksanakan sebelumnya atas penelitian terkait pembuatan arang aktif serbuk kayu jati menggunakan zat aktivator  $H_3PO_4$  dan modifikasi  $TiO_2$  memberikan hasil pada berat awal  $200\text{ gram}$

dengan konsentrasi  $H_3PO_4$  15% ialah konsentrasi terbaik dengan kadar air sebesar 8,75% dan kadar abu sebesar 15,84%. Pada terdahulu yang dilakukan oleh (Sahara, Sulihingtyas dan Mahardika, 2017) didapatkan hasil untuk pembuatan arang aktif dengan zat aktivator  $H_3PO_4$  memberikan hasil untuk berat awal  $300\text{ gram}$  dengan konsentrasi 15% yaitu konsentrasi optimum dengan kadar abu sejumlah 5,67% dan kadar air sejumlah 4,67%. Kemudian penelitian (Yuliusman, 2015) didapatkan hasil pembuatan arang aktif dengan bahan baku batu bara yang termodifikasi  $TiO_2$  memberikan hasil bahwa penambahan  $TiO_2$  dapat memperluas luas permukaan, namun penelitian ini menyarankan untuk menggunakan metode serta analisa lain. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa dengan meningkatnya temperatur pengeringan dan konsentrasi zat aktivator sangat berpengaruh terhadap kadar air serta kadar abu.

Arang aktif bubuk yang berkualitas baik apabila mengacu SNI 06-3730-1995 terkait teknis arang aktif, mempunyai kadar arang minimum 65%, kadar abu maksimum 10%. Kadar zat terbang maksimum 25%, serta kadar air maksimum 15%. Arang aktif yang baik apabila ditinjau dari segi daya serap, mempunyai daya serap metilen biru minimal senilai  $120\text{ mg/g}$  serta mempunyai daya serap  $I_2$  minimal senilai  $750\text{ mg/g}$  (Sudrajat, 2011). Umumnya arang aktif digunakan oleh pabrik untuk mengolah limbah cair, pemurnian gas, atau pemurnian air. Arang aktif ini memiliki kegunaan cukup besar dalam industri sebab bisa menyerap logam berat, warna gas, dan bau. Proses industri yang meluas apda perkembangannya akan menjadikan risiko pencemaran lingkungan meningkat, sehingga kebutuhan akan arang aktif akan meningkat pula (Muhayyat, 2014).

Mengacu pemaparan latar belakang tersebut, maka diperlukan untuk diadakannya penelitian terkait aktivasi arang dari serbuk kayu jati dengan berbagai konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  dan menggunakan modifikasi  $TiO_2$  sehingga diperoleh arang aktif yang berkualitas sesuai standar SNI. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengkaji pengaruh banyaknya *feed* masuk untuk rendemen dan konsentrasi asam fosfat terhadap arang aktif dari serbuk kayu jati yang dihasilkan, mengetahui proses pembuatan arang aktif dari serbuk kayu jati menggunakan aktivator asam fosfat, dan mengetahui morfologi permukaan arang aktif setelah di aktivasi dan sebelum aktivasi.

## METODE PENELITIAN

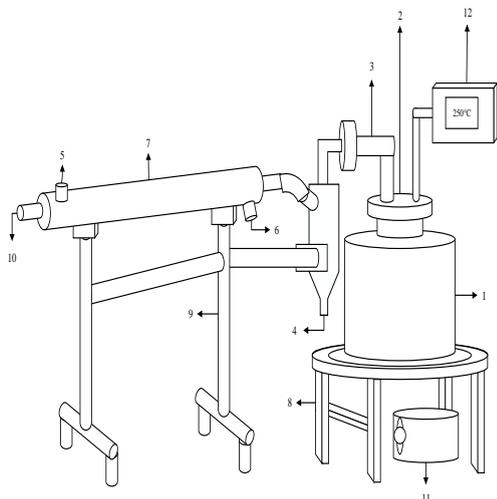
### Bahan

Penelitian ini memanfaatkan bahan berupa limbah serbuk kayu jati yang diperoleh dari Kecamatan Tulangan, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, sedangkan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) 85%, titanium

dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) 90%, dan aquadest ( $\text{H}_2\text{O}$ ) diperoleh dari Nirwana Abadi, Surabaya.

### Alat

Alat yang dipakai antara lain satu set alat pirolisator (Gambar 1), neraca analitik, oven, labu ukur, pipet tetes, gelas ukur, beaker glass, kertas saring dan ayakan ukuran 100 mesh



**Gambar 1.** Satu Set Alat Pirolisator

Keterangan Alat:

1. Reaktor
2. Tutup reaktor pirolisis
3. Pipa penyalur asap
4. Penampung tar
5. Inlet water
6. Outlet water
7. Kondensor
8. Penyangga reaktor
9. Penyangga kondensor
10. Asap cair
11. Kompur
12. Termocouple

### Prosedur

#### Persiapan Bahan Baku

Serbuk gergaji yang bervariasi yaitu sebanyak 200, 300 dan 400 (gram) dilakukan pengeringan dalam waktu 2 jam pada suhu  $110^\circ\text{C}$  menggunakan oven. Kemudian dipirolisis selama 1 jam dengan suhu pemanasan sebesar  $250^\circ\text{C}$ .

#### Tahap Aktivasi Arang Serbuk Kayu Jati

Arang hasil dari proses pirolisis di haluskan menggunakan mortar dan dilakukan pengayakan menggunakan ayakan sebesar 100 mesh, direndam arang dalam aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dengan kemurnian 85% dilarutkan kedalam 150 ml aquadest selama 24 jam dengan variasi konsentrasi yaitu 25%, 20%, 15%, 10%, dan 5%. Selanjutnya arang aktif disaring serta dilakukan pencucian menggunakan aquades, berikutnya dilakukan pengeringan dengan waktu 15

menit dalam oven bersuhu  $110^\circ\text{C}$ , selanjutnya diletakkan dalam desikator.

#### Tahap Modifikasi Arang Aktif dengan Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ )

Dioksida dengan persentase kemurnian 90% dilarutkan dalam 100 ml aquadest dan diaduk selama 10 menit. Larutan Titanium Dioksida dan arang yang telah diaktivasi memiliki perbandingan arang aktif dengan Titanium Dioksida yaitu sebesar (4:1). Lalu arang aktif yang sudah dicampur dengan titanium dioksida di saring dan dilakukan pengeringan dalam waktu 15 menit dengan oven bersuhu  $110^\circ\text{C}$ .

#### Karakterisasi Arang Aktif

Standar Nasional Indonesia 06-3730-1995 tentang teknis arang aktif dijadikan sebagai acuan dalam proses analisis arang aktif.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan analisis penelitian ini pada produk yang dihasilkan dengan uji kadar air dan kadar abu kemudian menggunakan instrumen SEM-EDAX.

#### Pembuatan Arang dari Serbuk Kayu Jati

Dari pirolisis 200 gram sampel serbuk kayu jati pada suhu  $250^\circ\text{C}$  dengan waktu 1 jam didapatkan hasil arang sekitar 25 gram. arang yang didapat kemudian di haluskan lalu di ayak dengan ayakan 100 mesh. Pengayakan bertujuan guna menghasilkan arang dengan ukuran partikel yang seragam.

#### Aktivasi Arang

Pelaksanaan aktivasi arang bisa melalui perendaman dengan bahan kimia, pada penelitian ini digunakan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

#### Modifikasi Arang Aktif dengan Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ )

Setelah mendapatkan arang aktif yang teraktivasi dengan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  serta sudah kering maka dilakukan aktivasi kembali menggunakan  $\text{TiO}_2$ , dengan perbandingan arang aktif dengan  $\text{TiO}_2$  ialah 4:1. Setelah diaktivasi arang aktif yang didapatkan selanjutnya dikarakterisasi dengan tujuan guna melihat karakteristik yang dihasilkan dan diperbandingkan dengan karakter arang sesuai SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif secara teknis. Sifat dari komposit dari  $\text{TiO}_2$ -arang aktif adalah kombinasi dari sifat kimia ataupun fisis dari nanopartikel  $\text{TiO}_2$  dan arang. Dilakukan komposit  $\text{TiO}_2$  dan arang aktif guna metode penyerapan sebab pemanfaatan dari ini bisa menjadikan aktivitas fotokatalisis meningkat. Kombinasi antara fotokatalisis dan proses adsorben terbukti dapat mendegradasi senyawa-senyawa organik dari komponen biner dan tunggal seperti fenol, metal orange, aseton, toluene, dan propi-

zamida. Dua material yang dimanfaatkan bersifat tidak sama seperti arang aktif dan  $TiO_2$  menjadi komposit yang bisa dipergunakan dalam proses penyerapan zat warna seperti Rhodamin B.  $TiO_2$  diduga hanya terdispersi pada permukaan pori-pori saja dan tidak masuk ke dalamnya, oleh karenanya luas permukaan dapat meningkat.

### Hasil Analisa Awal

Pada penelitian pembuatan arang aktif serbuk kayu jati menggunakan aktivator asam fosfat termodifikasi titanium dioksida ini dilakukan di Graha Riset UPN Veteran Jawa Timur. Kondisi yang dijalankan berjumlah 15 variabel dan kondisi yang ditetapkan berjumlah 2 yaitu berat awal serbuk kayu jati dan konsentrasi aktivator asam fosfat. Pada penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil analisa bahan baku awal seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Analisa Limbah Serbuk Kayu Jati (%)

Selulosa	47,5%
Hemiselulosa	29,6%
Lignin	29,9 %

### Kadar Air

Kadar air ditentukan guna melihat sifat higroskopis dari arang aktif tersebut, sebagaimana pada Tabel 2.

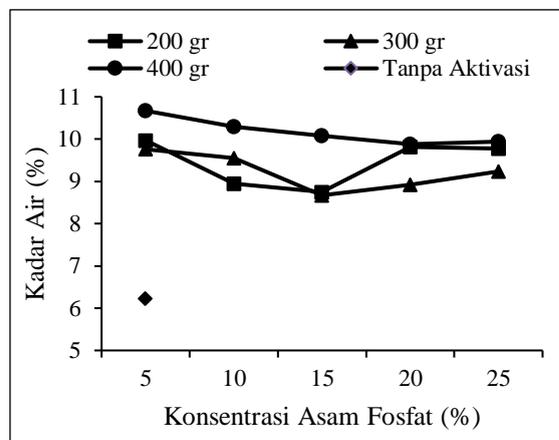
**Tabel 2.** Analisa Kadar Air (%)

Berat Awal (gram)	Konsentrasi $H_3PO_4$ (%) + $TiO_2$				
	5%	10%	15%	20%	25%
200	9.97	8.95	8.75	9.82	9.78
300	0.76	9.55	8.67	8.82	9.23
400	10.67	20.29	10.08	9.88	9.94
Tanpa Aktivasi	6.22				

Hubungan konsentrasi zat aktivator  $H_3PO_4$  dengan kadar air arang aktif bisa digambarkan pada grafik pada Gambar 2.

Kadar air yang ditunjukkan oleh arang aktif dalam penelitian ini melebihi arang aktif tanpa aktivasi, namun bertambah besarnya konsentrasi zat aktivator akan menjadikan semakin rendah kadar air dalam arang aktif. Penurunan kadar air disebabkan oleh pengikatan molekul air pada arang aktif oleh aktivator yang menjadikan membesarnya pori-pori. Ini dikarenakan antara arang aktif dengan air berkonak selama proses pembilasan dan kurangnya penguapan air selama oven. Kadar air yang menurut berkaitan erat dengan suhu. Bertambah tingginya suhu pengeringan maka kandungan air dalam arang aktif semakin sedikit, oleh karenanya menjadikan besarnya pori-pori. Bertambah besarnya pori-pori ini akan semakin meningkatkan luas permukaan arang

aktif, dengan demikian terjadi peningkatan kemampuan adsorpsi arang aktif (Meilanti,2017). Kadar air sebagaimana pemaparan dari Hendaway (2003) dipengaruhi oleh sifat higroskopis arang, lamanya proses pendinginan, dan uap air di udara



**Gambar 2.** Grafik Hubungan antara Konsentrasi Asam Fosfat dan Kadar Air Arang Aktif

### Kadar Abu

Pembuatan arang aktif dari bahan alam tidak memuat kandungan unsur arang saja melainkan juga terdapat unsur mineralnya. Kadar abu ini akan memperlihatkan kandungan mineral dalam arang aktif ditampilkan pada Tabel 3.

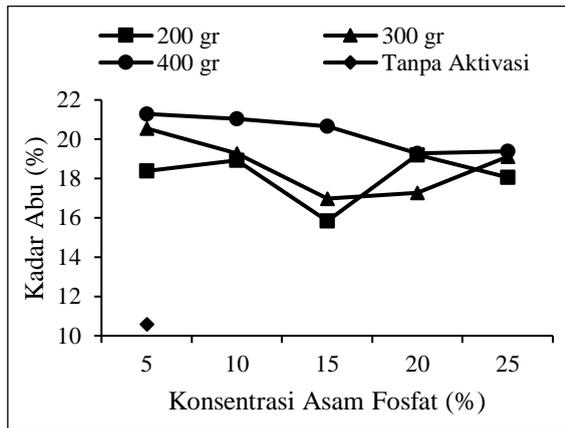
**Tabel 3.** Hasil Karakterisasi Kadar Abu (%)

Berat Awal (gram)	Konsentrasi $H_3PO_4$ (%) + $TiO_2$				
	5%	10%	15%	20%	25%
200	18.38	18.93	15.84	19.21	18.07
300	20.55	19.28	16.98	17.28	19.11
400	21.29	21.04	20.65	19.28	19.39
Tanpa Aktivasi	10.58				

Hubungan konsentrasi zat aktivator  $H_3PO_4$  dengan kadar abu arang aktif dapat dilihat pada Gambar 3.

Kadar abu pada arang aktif penelitian ini lebih tinggi daripada arang aktif tanpa aktivasi, namun bertambah tingginya konsentrasi zat aktivator maka kadar abu yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini dikarenakan pada arang aktif kadar abu diusahakan seminimal mungkin sebab akan mengurangi kemampuan data penyerapan baik berbentuk larutan ataupun gas. Peningkatan kadar abu bisa dikarenakan garam mineral yang terbentuk selama proses pirolisis yang jika diteruskan maka partikel halus dari garam mineral tersebut akan terbentuk (Sulaiman, 2017). Menurut Conrad (1931) asam fosfat bisa mengakibatkan logam mengalami korosi. Sehingga, akan terjadi korosi pada logam dalam arang ketika proses aktivasi dengan asam fosfat, oleh karenanya akan semakin

rendah kadar abu arang aktif dibandingkan dengan arang tidak aktif. Kegagalan ini disebabkan oleh distribusi energi yang tidak merata (api dari kompor) sehingga arang membentuk lebih banyak abu, kemudian pada saat proses pengambilan arang dari pirolisator arang tersebut bersentuhan dengan udara membentuk abu, kemudian pada saat proses pirolisis udara memasuki perangkat pirolisis. karena reaktor pirolisis tidak tertutup rapat.



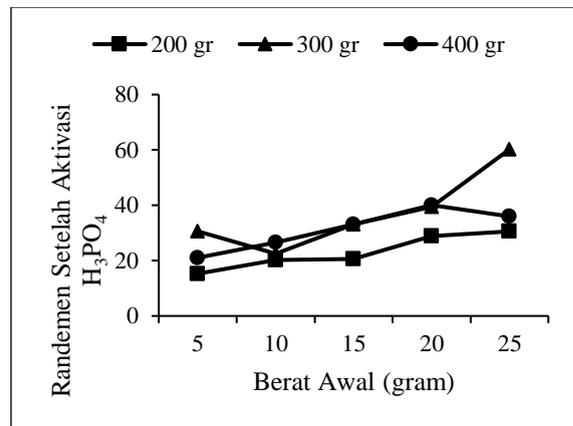
**Gambar 3.** Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Asam Fosfat dan Kadar Abu Arang Aktif

**Tabel 4.** Hubungan Antar Rendemen (%b/b)

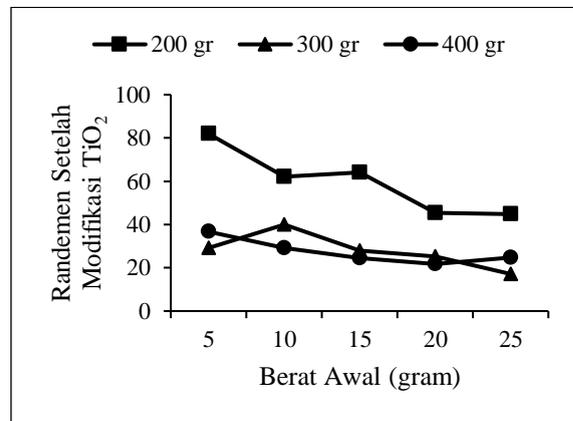
Bahan (Gram)	Sampel	Randemen Setelah Aktivasi H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (% b/b)	Randemen Setelah Aktivasi TiO <sub>2</sub> (% b/b)
200	1	15,2711	81,9319
	2	20,1784	62,1682
	3	20,5342	64,0059
	4	28,9125	45,4816
	5	30,5544	44,8150
300	1	30,5276	29,2711
	2	22,5013	39,9769
	3	33,1789	27,9928
	4	39,3893	25,2456
	5	60,1871	17,1482
400	1	21,0343	36,6855
	2	26,6363	29,0849
	3	33,0772	24,5166
	4	40,0495	21,7461
	5	36,0228	24,8000

Semakin tinggi konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan berat TiO<sub>2</sub> yang digunakan maka semakin rendah rendemen arang aktif yang dihasilkan. Pada penelitian ini nilai randemen naik turun dikarenakan faktor dari berat arang setelah di rendam H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> selama 24 jam dan berat TiO<sub>2</sub> yang digunakan berbeda. Pembuatan arang aktif serbuk kayu jati menggunakan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan modifikasi TiO<sub>2</sub> terbaik dengan mengguna-kan berat awal sebesar 200

gram dengan konsentrasi asam fosfat sebesar 15% terdapat kadar air sebesar 8,75% dan kadar abu sebesar 15,84%. Sedangkan pada saat teraktivasi oleh H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebelum dilakukan modifikasi dengan TiO<sub>2</sub> memberikan hasil terbaik pada berat awal 300 gram dengan konsentrasi 15% dengan kadar abu senilai 5,67% dan kadar air senilai 4,67%. Rendemen arang aktif tidak memiliki mutu sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, sehingga rendemen arang aktif yang dihasilkan dapat dianggap guna nilai tambah suatu produk. Menurut Hendra (2007), bahwa rendemen yang rendah pada pembuatan arang aktif dikarenakan melekatnya senyawa non arang pada permukaan arang.



(a)



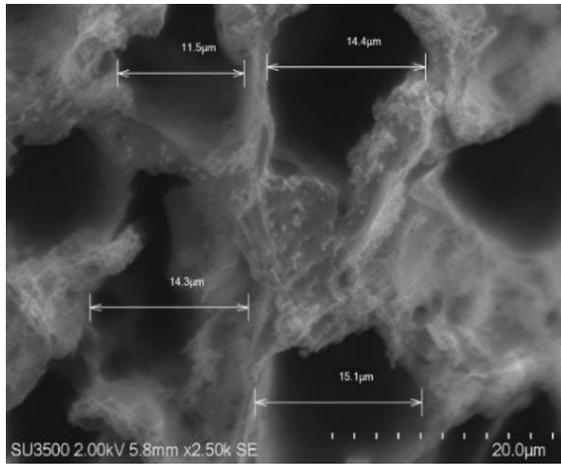
(b)

**Gambar 4.** Hubungan Antara Berat Awal (gr) Dengan Randemen (a) Setelah Aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (% b/b) (b)Setelah Modifikasi TiO<sub>2</sub> (% b/b)

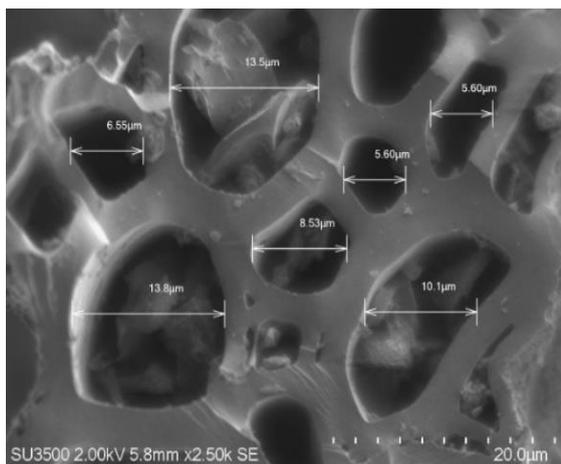
**Analisis SEM-EDAX**

Dari hasil analisa karakterisasi arang aktif yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan titanium dioksida dengan berat awal 200 gram konsentrasi 15% mempunyai karakteristik yang terbaik dan memenuhi baku mutu teknis arang aktif pada SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis. Oleh karenanya, asam fosfat dan titanium dioksida konsentrasi 15% ialah konsentrasi optimum untuk aktivasi arang aktif.

Analisis morfologi pori arang aktif serbuk kayu jati non aktivasi dan dengan aktivasi  $H_3PO_4$  serta aktivasi  $TiO_2$  mempergunakan scanning electron microscope dengan perbesaran 2500x. Morfologi pori arang aktif bisa dilihat pada Gambar 5.



(a)



(b)

**Gambar 5.** Hasil Uji SEM-EDAX Arang Aktif Serbuk kayu jati (a) Aktivasi  $H_3PO_4$  dan aktivasi  $TiO_2$  (b) Tanpa Aktivasi

Tujuan penggunaan SEM ialah untuk mengetahui perbedaan bentuk permukaan pori arang serbuk kayu jati sebelum dan sesudah aktivasi. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi menggunakan SEM-EDAX sehingga terlihat gambaran keadaan permukaan pori yaitu jumlah pori yang terbentuk dan ukuran rongga pori serta unsur-unsur yang terkandung didalamnya.

Berdasarkan Gambar 5 terlihat perbedaan morfologi pori permukaan arang serbuk kayu jati tanpa aktivasi dengan arang serbuk kayu jati yang diaktivasi kimia. Pada gambar terlihat adanya pengaruh aktivasi kimia dimana arang aktif yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  dan aktivasi  $TiO_2$  memiliki pori-pori yang lebih besar daripada arang tanpa aktivasi kimia. Hal ini dikarenakan pori-pori arang

tanpa aktivasi, sebagian besar pori-pori masih tertutup oleh hidrogen dan senyawa organik lainnya yang komponennya terdiri dari abu, air, nitrogen, dan belerang (Sudrajat, 2006). Bentuk permukaan pori ialah salah satu faktor yang berperan dalam kemampuan suatu adsorben untuk mengadsorbsi. Pori-pori yang terdapat pada arang aktif dapat meningkatkan kemampuan untuk mengadsorbsi adsorbat karena pori-pori tersebut ialah celah-celah yang memperluas permukaan arang aktif (La Hasan, 2014). Pada Gambar (a) arang dengan aktivasi  $H_3PO_4$  dan  $TiO_2$  pada kondisi optimum feed masuk sebesar 200 gram dengan konsentrasi zat aktivator 15%. Dari gambar tersebut terlihat bahwa arang aktif memiliki struktur berongga menyerupai pori-pori. Pori-pori tersebut rata-rata memiliki diameter sebesar 13,825 mikrometer. Pada Gambar (b) arang tanpa aktivasi dengan feed masuk sebesar 200 gram. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa pori-pori arang berdiameter rata-rata sebesar 9,1 mikrometer. Sehingga dapat disimpulkan bahwa arang dengan penambahan zat aktivator dapat memperluas luas permukaan sehingga dapat meningkatkan kemampuan untuk mengadsorpsi adsorbat karena pori tersebut ialah celah yang memperluas permukaan arang aktif karena jika arang aktif memiliki luas permukaan besar akan memberikan bidang kontak yang lebih besar antara adsorben dan adsorbatnya. Luas permukaan dan ukuran pori mesopori sangat penting. Luas permukaan yang besar memungkinkan untuk mengikat di sejumlah besar situs aktif yang didistribusikan dalam kerangka bahan berpori. Pori-pori besar dapat mengatasi batasan difusi pori dan memberikan kecepatan tinggi jalur untuk molekul gas. Hal ini dijelaskan dengan menggunakan teori umum polimerisasi silika. Polimerisasi kondensasi silika dalam larutan berair melibatkan mekanisme ionik, yang terutama dipengaruhi oleh pH dan adanya counterion. Dengan cara ini gel 3 dimensi jaringan yang dihasilkan mengandung banyak mikroporositas dengan luas permukaan yang tinggi. Laju reaksi kondensasi untuk membentuk agregat kluster silika berpori tiga dimensi lebih cepat ketika pH meningkat. Agregasi yang lebih cepat menyebabkan partikel primer tumbuh sebelum gel terbentuk dan partikel primer menjadi kurang bercabang. Akibatnya, gel memiliki permukaan yang lebih rendah area dengan ukuran pori yang lebih besar dan volume pori yang lebih kecil setelah pengeringan. Silika mesopori dengan struktur pori terkontrol dapat disiapkan baik tanpa atau dengan penambahan template. Untuk metode tanpa penambahan template, struktur pori ialah disetel dengan mengubah parameter pemrosesan seperti precursor konsentrasi dan pH. Untuk metode dengan penambahan template, struktur pori disetel dengan menggunakan templat, biasanya surfaktan atau polimer, untuk membentuk nanokomposit dan setelah dihilangkan membentuk pori silika struktur. Metode ini sangat bergantung pada

kemampuan silika untuk berasosiasi dengan organik untuk membentuk bahan hibrida organik/silika. Reaksi asam silikat dengan polimer organik sangat rumit. Pemisahan fasa sangat sensitif untuk yang relatif kecil perubahan kondisi reaksi. (Rahman *et al.*, 2015)

Setelah dilakukan uji EDAX diperoleh hasil bahwa penyusun komponen kimia arang aktif ialah arang (C) sebesar 22,27% berat, Oksigen (O) sebesar 33,26% berat, Aluminium (Al) sebesar 0,93% berat, Silikon (Si) sebesar 2,01% berat, Fosfor (P) sebesar 3,12% berat dan Titanium (Ti) sebesar 38,4% berat. Sedangkan hasil uji EDAX pada penelitian sebelumnya yang menggunakan kayu nangka ialah arang (C) sebesar 81,33% berat dan oksigen sebesar 17,99% berat.

### SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu Pembuatan arang aktif serbuk kayu jati menggunakan aktivator  $H_3PO_4$  dan modifikasi  $TiO_2$  terbaik dengan menggunakan berat awal sebesar 200 gram dengan konsentrasi asam fosfat sebesar 15% terdapat kadar air sebesar 8,75% dan kadar abu sebesar 15,84%. Sedangkan pada saat teraktivasi dengan  $H_3PO_4$  sebelum dilakukan modifikasi dengan  $TiO_2$  memberikan hasil terbaik pada berat awal 300 gram dengan konsentrasi 15% dengan kadar air sebesar 4,67% dan kadar abu sebesar 5,67%. Jadi, penambahan dengan  $TiO_2$  memberikan hasil yang kurang baik karena terdapat kenaikan nilai kadar air dan nilai kadar abu yang melebihi standar dari SNI 06-3730-1995 untuk kadar air maksimal 15% serta kadar abu 10% dan standar SII No. 0258-79 untuk kadar air maksimal 10% serta kadar abu 10%.

### SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat tingkat adsorpsi dari arang aktif menggunakan bahan lain yang memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin dan melakukan aktivasi arang dengan zat aktivator yang berbeda.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aruan (2013) 'Aruan, 2013,'Pembuatan Bio Oil dengan Bahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit Melalui Proses Pirolisis Cepat dengan Kapasitas 12.000 ton/tahun'', pp. 1–64.
- Bansal, R. C. dan Goyal, M. (2005) *Activated carbon adsorption, Activated Carbon Adsorption*. doi: 10.1680/bwtse.63341.147.
- Cooney, D. O. (1980) *Activated Charcoal in Medical Applications, Annals of Pharmacotherapy*. doi: 10.1177/106002809502901129.
- Erawati, E. dan Helmy, E. R. (2018) 'Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk kayu jati (*Tectona grandis* L.f.) (Suhu dan Waktu Arangasi)', *Urecol (University Research Colloquium)*, pp. 105–112.
- Jamilatun (2014) 'C selama 120 menit. Pengujian kadar abu dengan menimbang arang aktif sebanyak 1 gram lalu memasukkan pada furnace dengan suhu 500', pp. 31–38.
- Muhayyat, M. S. (2014) 'Prarancangan Pabrik Arang Aktif dari BFA dengan Aktifasi Kimia Menggunakan KOH Kapasitas 2.500 Ton/Tahun', *lim*(2009), pp. 1–25.
- Rahman, N. A. dkk., (2015) 'Synthesis of mesoporous silica with controlled pore structure from bagasse ash as a silica source', *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. Elsevier B.V., 476, pp. 1–7. doi: 10.1016/j.colsurfa.2015.03.018.
- Sahara, E.-, Sulihingtyas, W. D. dan Mahardika, I. P. A. S. (2017) 'Pembuatan Dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes Erecta*) Yang Diaktivasi Dengan  $H_3PO_4$ ', *Jurnal Kimia*, pp. 1–9. doi: 10.24843/jchem.2017.v11.i01.p01.
- Sudrajat, R. dan G. P. (2011) *ARANG AKTIF: Teknologi Pengolahan Dan Masa Depan*. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan.
- Yuliusman (2015) 'Pembuatan Arang Aktif Dari Batu Bara Peringkat Rendah', *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 10(2), pp. 1–7.