

## PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI BATANG TANAMAN GUMITIR (*Tagetes erecta*) YANG DIAKTIVASI DENGAN H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

Emmy Sahara<sup>1\*</sup>, Wahyu Dwijani Sulihingtyas<sup>1</sup>, dan I Putu Adi Surya Mahardika<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran

\*E-mail: emmy\_sahara65@yahoo.com

### ABSTRAK

Paper ini membahas pembuatan dan karakterisasi arang aktif dari batang tanaman gumitir (*Tagetes erecta*) dengan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menentukan karakteristik arang aktif dari limbah batang tanaman gumitir serta menentukan konsentrasi optimum H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yang dibutuhkan untuk mendapatkan arang aktif dengan karakteristik yang baik ditinjau dari kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu total, kadar karbon, daya serap terhadap metilen biru, dan daya serap terhadap iod. Selain itu, dilakukan juga analisis spektra secara FTIR terhadap arang aktif dengan karakteristik yang terbaik. Secara umum, bila dibandingkan dengan standar mutu SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis maka aktivasi dengan berbagai konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dalam penelitian ini menghasilkan arang aktif dengan karakteristik yang baik, akan tetapi aktivasi dengan asam fosfat sebesar 15% menunjukkan karakteristik yang terbaik yaitu: kadar air 4,67 ± 0,33%, kadar zat mudah menguap 5,59 ± 0,33%, kadar abu 5,67 ± 0,33%, kadar karbon 84,33%, daya serap terhadap metilen biru sebesar 162,84 ± 0,50 mg/g dan daya serap terhadap I<sub>2</sub> sebesar 759,62 ± 3,07 mg/g. Hasil identifikasi dengan spektrofotometer FTIR menunjukkan bahwa arang aktif tersebut mengandung gugus fungsi OH, C-H alifatik, P=O dan P-OH.

Kata kunci: arang aktif, karakterisasi, *Tagetes erecta*, asam fosfat.

### ABSTRACT

This paper discusses the manufacture and characterization of activated carbon made from the stems of marigold plants (*Tagetes erecta*) with H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> as the chemical activator. This research was aimed to create and determine the characteristics of the activated carbon from the waste of marigold plant as well as to determine the optimum concentration of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> required to obtain the activated carbon with good characteristics in terms of water, volatile substance, total ash, and carbon contents, as well as the absorption capacities of methylene blue and iodine. In addition, the analysis of FTIR spectra of the activated carbon with the best characteristics was also carried out. In general, compared to the quality standards of SNI 06-3730-1995 about the technical activated carbon, activation with various concentrations of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> produced activated carbon with good characteristics, but most of all activation with phosphoric acid at the concentration of 15% produced the activated carbon showing the best characteristics as follows: water content of 4.67± 0,33%, volatile substance content of 5.59± 0,33%, ash content of 5.67± 0,33%, and carbon content of 84.33%. The absorption capacity of methylene blue was 162.84± 0,50 mg/g while the absorption capacity of I<sub>2</sub> was 759, 62± 3,07 mg/g. The FTIR identification showed that the activated carbon contains the functional groups of OH, C-H aliphatic, P=O and P-OH.

Keywords: activated carbon, characterization, *Tagetes erecta*, phosphoric acid.

### PENDAHULUAN

Tanaman gumitir (*Tagetes erecta*) merupakan salah satu tanaman yang banyak dikembangkan di Indonesia, khususnya di Bali. Gumitir merupakan tanaman yang biasa dimanfaatkan untuk menghias kebun. Bunga tanaman gumitir biasanya berwarna kuning atau oranye dan memiliki bau yang menyengat.

Bagian bunga tanaman gumitir biasa digunakan sebagai sarana persembahyangan ataupun sebagai hiasan guna menambah nilai estetika. Tanaman gumitir dibudidayakan secara

luas untuk diekstrak luteinnya yang merupakan suatu suplemen makanan, dan sebagai pewarna makanan (Qin *et al.*, 2014). Selain itu, tanaman gumitir juga dapat dimanfaatkan sebagai anti nyamuk (Patel *et al.*, 2012), anti nematoda (Wang *et al.*, 2007), insektisida (Parugrug dan Aurea, 2008), dan juga sebagai antioksidan (Gong *et al.*, 2012).

Dalam budidaya tanaman gumitir, setelah masa panen selesai, tanaman ini akan menyisakan limbah pertanian yang melimpah. Sampai saat ini batang tanaman gumitir belum dimanfaatkan secara maksimal. Untuk

menanggulangi masalah, biasanya petani membakar limbah tanaman ini atau menjadikannya pakan ternak. Pembakaran limbah tanaman gumitir ataupun limbah pertanian lainnya secara terus menerus akan menimbulkan pencemaran udara.

Limbah tanaman gumitir ini merupakan suatu biomassa yang dapat dirubah menjadi materi yang bernilai ekonomis lebih tinggi dan lebih bermanfaat daripada dibakar begitu saja.

Biomassa merupakan keseluruhan materi yang berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik baik yang hidup maupun yang ada di bawah permukaan tanah. Contoh dari biomassa adalah pohon, hasil panen, rumput, hewan dan sisa/kotoran hewan (Sutaryo, 2009). Salah satu pemanfaatan biomassa adalah sebagai bahan dasar produksi arang aktif. Pemanfaatan biomassa seperti limbah tanaman gumitir untuk produksi arang aktif memiliki dampak yang positif sebagai pengurangan limbah pertanian dalam hal ini limbah padat organik.

Arang aktif merupakan padatan dengan bahan dasar karbon berpori yang memiliki luas permukaan sangat tinggi yaitu diatas 600 m<sup>2</sup>/gram. Biomassa dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan arang melalui pemanasan pada suhu tinggi. Setelah itu arang dirubah menjadi arang aktif melalui proses aktivasi. Proses aktivasi merupakan proses untuk menghilangkan hidrokarbon yang melapisi permukaan arang sehingga dapat meningkatkan porositas karbon (Cooney, 1980). Aktivasi arang aktif dapat dilakukan melalui proses aktivasi secara fisik dan proses kimia. Proses aktivasi secara fisik dapat dilakukan dengan pemberian uap air atau gas CO<sub>2</sub>, sedangkan secara kimia dilakukan dengan penambahan zat kimia tertentu (Jamilatun *et al.*, 2014). Aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan penambahan zat kimia sekaligus pada saat pirolisis ataupun penambahan zat kimia setelah arang terbentuk.

Aktivator kimia yang digunakan untuk aktivasi arang aktif biasanya berupa asam, basa, ataupun garam. Qin (2014) melaporkan bahwa arang aktif yang dihasilkan dari batang tanaman gumitir (*Tagetes erecta*) yang aktivasinya menggunakan asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) yang dilakukan sekaligus saat pirolisis menghasilkan arang aktif dengan struktur pori yang lebih baik.

Berdasarkan SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis, arang aktif berbentuk serbuk yang berkualitas baik memiliki kadar air maksimal sebesar 15%, kadar zat mudah menguap maksimal 25%, kadar abu maksimal

10% dan kadar karbon minimal 65%. Untuk daya serapnya, arang aktif yang baik memiliki daya serap terhadap I<sub>2</sub> minimal sebesar 750 mg/g dan daya serap terhadap metilen biru minimal sebesar 120 mg/g (Sudrajat dan Pari, 2011).

Arang aktif banyak dimanfaatkan oleh pabrik-pabrik untuk berbagai tujuan, diantaranya sebagai pembersih air, pemurnian gas, atau pengolahan limbah cair. Dalam perindustrian, arang aktif sangat berguna karena dapat mengadsorpsi bau, warna, gas serta logam. Maraknya perkembangan proses industri akan meningkatkan resiko pencemaran lingkungan sehingga meningkatkan pula kebutuhan akan arang aktif (Sidiq, 2014).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang aktivasi arang dari batang tanaman gumitir dengan berbagai konsentrasi aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan karakterisasinya sehingga diperoleh arang aktif yang berkualitas sesuai standar SNI.

## MATERI DAN METODE

### Bahan

Sampel limbah batang tanaman gumitir yang diperoleh dari “Perkebunan Bali Gumitir” di daerah Mayungan, Baturiti-Tabanan, I<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O, KI, kertas saring Ekwip no. 12, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, metilen biru, amilum, tissue dan aquades.

### Peralatan

Cawan porselin 18, 100, dan 125 ml, gelas beaker, gelas ukur, pipet volume, pipet mikro, filler, buret, labu erlenmeyer, timbangan analitik, batang pengaduk, pengaduk magnetik, ayakan 250 µm dan 150 µm, mortar, botol semprot, oven, tanur, desikator, dan pH meter. Peralatan instrumen yang digunakan adalah spektrofotometer Shimadzu IRPrestige-21, dan Shimadzu UV-1800.

### Cara Kerja

#### Penyiapan bahan

Sampel batang tanaman gumitir dicuci dengan air kran, lalu dibilas dengan aquades. Sampel kemudian dipotong kecil berukuran 1 cm dan dijemur hingga kering.

#### Pirolisis batang gumitir (*Tagetes erecta*) menjadi arang

Sebanyak 300 g sampel kering dipirolisis dalam tanur pada suhu dan waktu dan waktu optimum yaitu 300°C selama 90

Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (*tagetes erecta*)  
yang Diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
(Emmy Sahara, Wahyu Dwijani Sulihingtyas, dan I Putu Adi Surya Mahardika)

menit. Arang yang terbentuk didinginkan dalam desikator lalu ditimbang kemudian ditentukan persentase rendemennya. Untuk pengerjaan selanjutnya, arang digerus lalu diayak dengan ayakan ukuran 250  $\mu\text{m}$  dan 150  $\mu\text{m}$  sehingga didapatkan partikel arang dengan ukuran antara 150  $\mu\text{m}$  – 250  $\mu\text{m}$ .

#### **Aktivasi arang**

Ke dalam 5 buah erlenmeyer dimasukkan masing-masing 6 g arang hasil pirolisis. Ditambahkan sebanyak 150 ml asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Campuran diaduk kemudian didiamkan selama 24 jam lalu disaring dan dibilas dengan aquades sehingga didapatkan pH netral. Arang aktif yang terbentuk kemudian dikeringkan lalu ditimbang. Proses aktivasi dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali kemudian ditentukan persentase rendemennya.

#### **Karakterisasi arang aktif**

Prosedur analisis arang aktif mengacu pada Standar Nasional Indonesia 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis.

#### **Kadar air**

Sebanyak 1 g arang aktif ditempatkan pada cawan porselin 18 ml yang telah diketahui massanya, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C hingga diperoleh massa konstan. Arang aktif kemudian didinginkan dalam desikator.

#### **Kadar zat mudah menguap (kadar volatil)**

Arang aktif kering dipanaskan dalam tanur pada suhu 900°C selama 15 menit, lalu didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang.

#### **Kadar abu total**

Sebanyak 1 g arang aktif diletakkan didalam cawan porselin, dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C sampai diperoleh massa konstan. Sampel dalam cawan lalu dimasukkan ke dalam tanur dan diabukan pada suhu 650 °C selama 4 jam, lalu didinginkan dalam desikator. Abu yang terbentuk ditimbang.

#### **Kadar karbon**

Kadar karbon dapat ditentukan melalui selisih persentase total dengan

jumlah persentase kadar air, kadar zat mudah menguap, dan kadar abu dari arang aktif.

#### **Daya serap metilen biru**

Sebanyak 1 g arang aktif dimasukkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan 25 mL larutan metilen biru 10.000 mg/L, diaduk dengan pengaduk magnet selama 30 menit. Larutan disaring, kemudian absorbansi dari filtratnya diukur dengan spektrofotometer Shimadzu UV-1800 pada  $\lambda_{\text{max}}$  metilen biru yaitu 664,4 nm.

Penentuan konsentrasi metilen biru sisa pada filtrat dilakukan dengan metode kurva kalibrasi.

#### **Daya serap iodin**

Sebanyak 1 g arang aktif dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer, kemudian ditambahkan 25 mL larutan iodin 0,125 N. Larutan diaduk selama 15 menit lalu erlenmeyer ditutup dan disimpan ditempat yang gelap selama 2 jam. Larutan kemudian disaring, lalu filtratnya dipipet 10 mL, dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer yang bersih dan dititrasikan dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sehingga larutan berwarna kuning muda. Sebanyak 1 mL indikator amilum ditambahkan pada filtrat dan titrasi dilanjutkan sampai warna biru tepat hilang. Volume larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang digunakan dicatat dan dihitung daya serap arang aktif terhadap iodin dalam mg/g.

#### **Analisis gugus fungsi**

Arang aktif yang menunjukkan karakter terbaik (dibandingkan dengan SNI) dianalisis spektra infra merahnya sehingga dapat diketahui gugus-gugus fungsinya.

Analisis spektroskopi infra merah dalam penelitian ini menggunakan spektrofotometer Shimadzu IRPrestige-21.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pembuatan arang dari batang tanaman gumitir (*Tagetes erecta*)**

Dari pirolisis terhadap 300 g sampel batang gumitir (*Tagetes erecta*) pada suhu 300°C selama 90 menit didapatkan arang sebanyak 112,86 g atau 37,62% dari total sampel. Arang yang didapatkan kemudian digerus lalu diayak dengan ayakan 250  $\mu\text{m}$  dan 150  $\mu\text{m}$ . Tujuan dari pengayakan ini adalah untuk menghasilkan arang dengan ukuran

partikel yang spesifik yaitu 150-250  $\mu\text{m}$ . Apabila ukuran arang yang diaktivasi spesifik maka diharapkan perlakuan yang diberikan memberi efek yang sama pada keseluruhan arang yang selanjutnya akan diaktivasi.

**Aktivasi arang**

Aktivasi arang dapat dilakukan dengan perendaman menggunakan bahan kimia, salah satunya yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

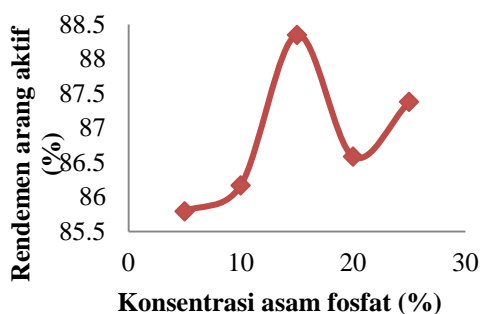
Rendemen arang aktif yang diperoleh melalui aktivasi dengan berbagai konsentrasi asam fosfat ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen Hasil Aktivasi Arang Batang Gunitir Menggunakan Berbagai Konsentrasi Asam Fosfat

[as. Fosfat]	Rendemen (%)
5%	85,79 $\pm$ 0,07
10%	86,17 $\pm$ 0,09
15%	88,35 $\pm$ 0,16
20%	86,58 $\pm$ 0,08
25%	87,38 $\pm$ 0,13

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa aktivasi arang menggunakan asam fosfat dengan konsentrasi 15% memberikan rendemen paling tinggi. Pada Gambar 1 dapat dilihat grafik hubungan antara konsentrasi aktivator asam fosfat dan rendemen arang aktif.

Tinggi rendahnya rendemen arang aktif tersebut disebabkan oleh reaksi yang terjadi antara asam fosfat dengan arang. Pada konsentrasi optimum aktivator akan lebih banyak reaksi yang terjadi dengan arang sehingga lebih banyak rendemen yang terbentuk (Yue *et al.*, 2003).



Gambar 1. Hubungan Konsentrasi Asam Fosfat dan Rendemen Arang Aktif

**Karakterisasi arang aktif**

Setelah aktivasi, arang aktif yang diperoleh kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui karakteristiknya. Hasil karakterisasi kemudian dibandingkan dengan karakter arang menurut SNI 06 – 3730 – 1995 tentang arang aktif teknis.

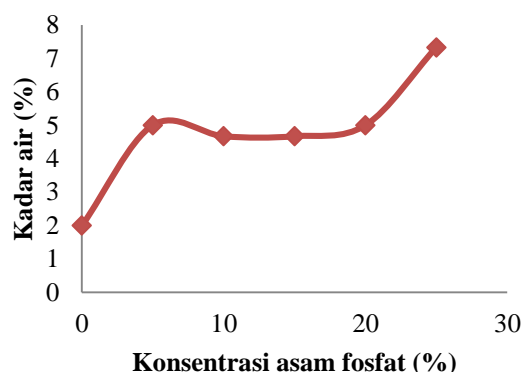
**Kadar air**

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif. Hasil karakterisasi kadar air ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Air Arang Aktif

[as. Fosfat]	Kadar air (%)
5%	5,00 $\pm$ 0,00
10%	4,67 $\pm$ 0,33
15%	4,67 $\pm$ 0,33
20%	5,00 $\pm$ 0,00
25%	7,33 $\pm$ 0,33

Hubungan konsentrasi aktivator asam fosfat dan kadar air arang aktif dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



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

Kadar air yang ditunjukkan oleh arang aktif dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan arang yang tidak diaktivasi yaitu sebesar 2%. Hal ini dapat disebabkan oleh kontak arang aktif dengan air pada proses pembilasan. Sifat higroskopis menyebabkan arang aktif pada kondisi dan kelembaban tertentu akan mencapai suatu keseimbangan kadar air, keseimbangan kadar air ini merupakan sebuah ukuran higroskopisitas (Tsoumis,

1991). Menurut Hendaway(2003) kadar air sangat dipengaruhi oleh jumlah uap air di udara, lama proses pendinginan, dan sifat higroskopis dari arang tersebut.

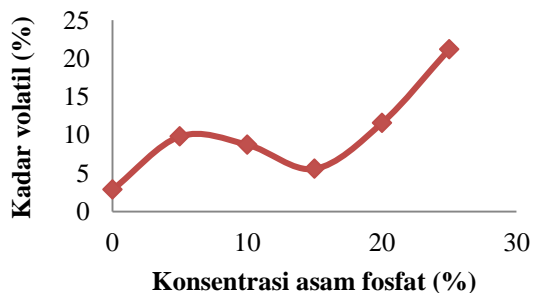
### Kadar volatil

Kadar volatil merupakan kandungan senyawa yang mudah menguap selain air pada arang aktif (Pari, 2009). Hasil karakterisasi kadar volatil ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Volatil Arang Aktif

[as. Fosfat]	Kadar volatil (%)
5%	9,33± 0,33
10%	8,33± 0,33
15%	5,33± 0,33
20%	11,00± 0,58
25%	19,67± 0,67

Hubungan konsentrasi aktivator asam fosfat dan kadar volatil arang aktif dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Asam Fosfat dan Kadar Volatil Arang Aktif.

Kadar zat mudah menguap yang ditunjukkan oleh arang aktif dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan arang yang tidak diaktivasi yaitu sebesar 2,87%. Perbedaan kadar zat mudah menguap antara arang aktif dan arang, dapat disebabkan oleh terbentuknya gugus fungsi pada saat aktivasi menggunakan asam fosfat. Peningkatan kadar zat mudah menguap diperkirakan akibat putusnya ikatan atom-atom seperti oksigen, nitrogen dan hidrogen pada gugus-gugus yang terbentuk dan menguap akibat pemanasan yang diberikan (Sudirjo, 2006).

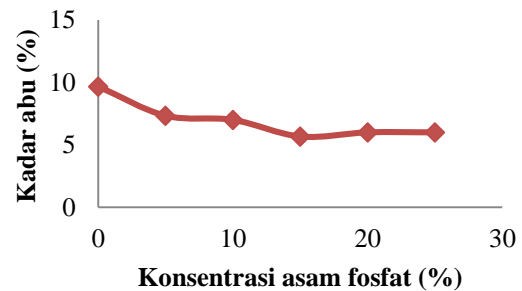
### Kadar Abu

Arang aktif yang dibuat dari bahan alam tidak hanya mengandung senyawa karbon saja, namun juga mengandung beberapa mineral. Kadar abu tersebut akan menunjukkan kandungan mineral yang terkandung dalam arang aktif (Jankowska *et al.*, 1991). Hasil karakterisasi kadar abu ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Abu Arang Aktif

[as. Fosfat]	Kadar abu (%)
5%	7,33 ± 0,33
10%	7,00 ± 0,00
15%	5,67 ± 0,33
20%	6,00 ± 0,00
25%	6,00 ± 0,00

Hubungan konsentrasi aktivator asam fosfat dan kadar abu arang aktif dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Asam Fosfat dan Kadar Abu Arang Aktif.

Arang aktif pada penelitian ini memiliki kadar abu total yang lebih rendah dibandingkan dengan arang yang tidak diaktivasi yaitu 9,67%. Kadar abu terkait dengan kandungan mineral seperti logam pada arang aktif. Kosting dan Conrad (1931) melaporkan bahwa asam fosfat dapat menyebabkan korosi pada logam-logam. Berdasarkan hal tersebut, logam yang terkandung pada arang akan mengalami korosi pada saat aktivasi menggunakan asam fosfat sehingga menyebabkan kadar abu arang aktif yang lebih rendah daripada arang yang tidak diaktivasi.

### Kadar Karbon

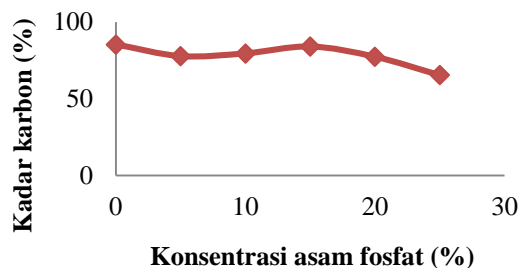
Penentuan kadar karbon bertujuan untuk mengetahui kadar karbon murni yang

terkandung pada arang aktif yang dihasilkan. Fraksi karbon dalam arang aktif adalah hasil dari proses pengarangan selain air, abu, dan zat volatil. Hasil karakterisasi kadar volatil ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar Karbon Arang Aktif

[as. Fosfat]	Kadar Karbon (%)
5%	78,33
10%	80,00
15%	84,33
20%	78,00
25%	67,00

Hubungan konsentrasi aktivator asam fosfat dan kadar karbon arang aktif dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Asam Fosfat dan Kadar Karbon Arang Aktif

Arang yang tidak diaktivasi memiliki kadar karbon sebesar 85,45%. Aktivator asam fosfat melarutkan mineral yang terikat dengan molekul karbon pada arang dan menggantinya dengan suatu gugus fungsi (Kosting dan Conrad, 1931; Sudirjo, 2006). Hal ini dapat dilihat dari kadar zat mudah menguap yang meningkat akibat penambahan gugus fungsi dan kadar abu yang menurun akibat larutnya mineral bersama asam fosfat.

### Daya Serap Metilen Biru

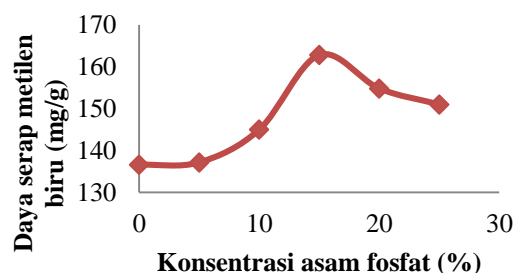
Penentuan daya serap metilen biru bertujuan untuk mengetahui luas permukaan arang aktif serta kemampuannya dalam menyerap larutan berwarna (Jankowska *et al.*, 1991). Menurut Pari (2009) penentuan daya serap terhadap metilen biru adalah untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul kurang dari 15 Å atau 1,5

nm. Hasil karakterisasi daya serap metilen biru ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Daya Serap Metilen Biru

[as. Fosfat]	Daya serap metilen biru (mg/g)
5%	137,17 ± 0,60
10%	144,98 ± 0,57
15%	162,84 ± 0,50
20%	154,85 ± 0,36
25%	151,02 ± 0,70

Hubungan konsentrasi aktivator asam fosfat dan daya serap arang aktif terhadap metilen biru dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Asam Fosfat dan Daya Serap Arang Aktif terhadap Metilen Biru

Arang aktif memiliki daya serap metilen biru yang lebih besar dari arang tanpa aktivasi yaitu 136,06 mg/g. Dengan demikian, terjadi peningkatan daya serap arang terhadap metilen biru akibat adanya aktivasi menggunakan asam fosfat.

### Daya Serap Iodin

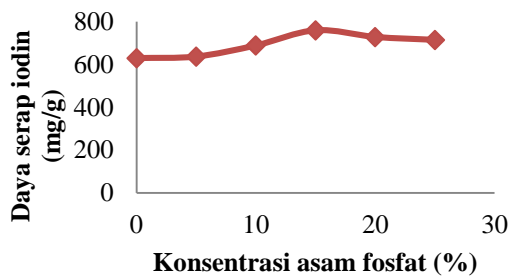
Penentuan daya serap iodin bertujuan untuk menentukan kapasitas adsorpsi arang aktif (Jankowska *et al.*, 1991). Menurut Pari (2009) penentuan daya serap terhadap iodin bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul kurang dari 10 Å atau 1 nm. Hasil karakterisasi daya serap metilen biru ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Daya Serap Iodin

[as. Fosfat]	Daya serap iodin (mg/g)
5%	637,20 ± 0,46
10%	689,02 ± 0,48
15%	759,62 ± 3,07
20%	728,64 ± 0,49
25%	714,92 ± 0,96

Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (*tagetes erecta*) yang Diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
(Emmy Sahara, Wahyu Dwijani Sulihingtyas, dan I Putu Adi Surya Mahardika)

Hubungan konsentrasi aktivator asam fosfat dan daya serap arang aktif terhadap iodin dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



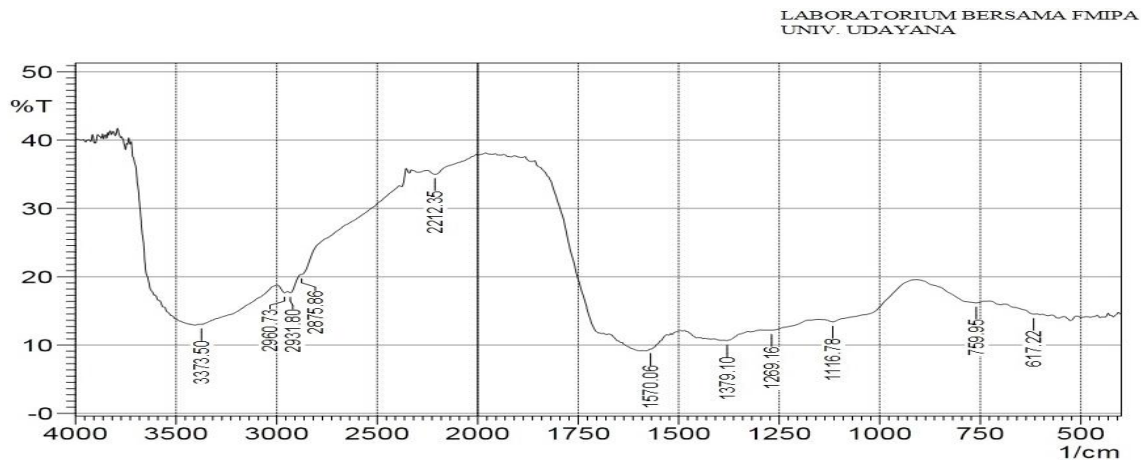
Gambar 7. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Asam Fosfat dan Daya Serap Arang Aktif terhadap Iodin

Daya serap iodin dari arang aktif yang diaktivasi dengan asam fosfat 15% memenuhi baku mutu daya serap iodin. Arang aktif memiliki daya serap iodin yang lebih besar dari arang yang tidak diaktivasi yaitu sebesar 647,4642 mg/g.

Peningkatan daya serap meilen biru dan iodin dari arang yang diaktivasi dapat terjadi karena aktivasi menggunakan aktivator asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dapat membersihkan pori-pori dan memperluas permukaan arang serta memberikan gugus aktif sehingga dapat memperbesar daya serap arang tersebut (Sudrajat dan Pari, 2011; Sudirjo, 2006).

### Analisis Gugus Fungsi

Dari data hasil karakterisasi, arang aktif yang diaktivasi dengan asam fosfat konsentrasi 15% memiliki karakteristik yang paling baik dan memenuhi baku mutu arang aktif pada SNI 06 – 3730 – 1995 tentang arang aktif teknis. Sehingga asam fosfat 15% merupakan konsentrasi optimum untuk aktivasi arang. Arang aktif yang diaktivasi dengan konsentrasi asam fosfat optimum kemudian dianalisis gugus fungsinya menggunakan spektrofotometer inframerah. Gambar 8 berikut ini merupakan spektra inframerah arang yang tidak diaktivasi.

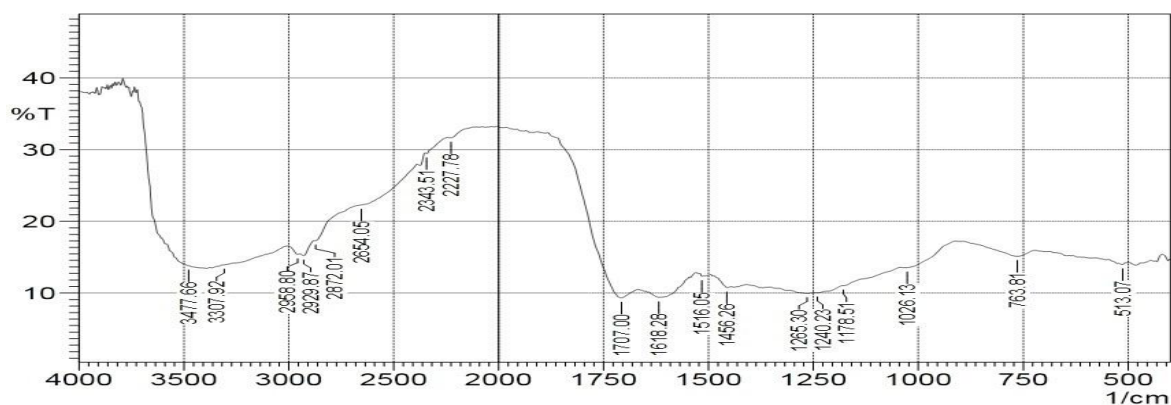


Gambar 8. Spektra Inframerah Arang

Serapan melebar pada daerah bilangan gelombang 3373,50 cm<sup>-1</sup> diduga adalah vibrasi gugus O-H asam. Serapan pada daerah 2960,73 cm<sup>-1</sup> dan 2931 cm<sup>-1</sup> diduga disebabkan oleh vibrasi dari C-H alifatik, yang diperkuat dengan munculnya serapan pada daerah 1379,10 cm<sup>-1</sup> (Silverstein *et al.*, 1991). Hasil identifikasi dengan spektrofotometer inframerah ini

menunjukkan bahwa arang yang berasal dari batang tanaman gumitir mengandung gugus fungsi O-H, dan C-H alifatik.

Gambar 9 berikut merupakan spektra inframerah dari arang yang diaktivasi dengan asam fosfat konsentrasi optimum 15%.



Gambar 9. Spektra Inframerah Arang Aktif

Serapan melebar pada daerah bilangan gelombang  $3307,92\text{ cm}^{-1}$  diduga adalah vibrasi gugus O-H asam. Serapan pada daerah  $2958,80\text{ cm}^{-1}$  dan  $2929,87\text{ cm}^{-1}$  diduga disebabkan oleh vibrasi dari C-H alifatik, yang diperkuat dengan munculnya serapan pada daerah  $1456,26\text{ cm}^{-1}$  (Silverstein *et al.*, 1991).

Serapan melebar pada daerah bilangan gelombang  $2654,05\text{ cm}^{-1}$  diduga adalah vibrasi dari O-H pada gugus P-OH yang diperkuat dengan adanya serapan pada  $1026,13\text{ cm}^{-1}$  yang diduga merupakan vibrasi dari P-O pada gugus P-OH. Serapan pada daerah bilangan gelombang  $1707,00\text{ cm}^{-1}$  diduga vibrasi dari gugus P=O, yang dikonfirmasi dengan adanya serapan pada  $1240,23\text{ cm}^{-1}$  (Lin-Vien *et al.*, 1991). Adanya gugus P-OH dan P=O diduga akibat aktivasi menggunakan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

Hasil identifikasi dengan spektrofotometer inframerah ini menunjukkan bahwa arang aktif yang berasal dari batang tanaman gemitir yang diaktivasi dengan asam fosfat mengandung gugus fungsi O-H, C-H alifatik, P=O, dan P-OH.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Secara umum, aktivasi dengan berbagai konsentrasi asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) menghasilkan arang aktif dengan karakteristik yang baik yang memenuhi standar mutu menurut SNI 06 – 3730 – 1995 tentang arang aktif teknis. Aktivasi dengan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 15% menghasilkan arang aktif dengan karakter terbaik dan telah memenuhi SNI 06 – 3730 – 1995 tentang arang aktif teknis. Arang aktif yang diaktivasi

menggunakan asam fosfat 15% memiliki kadar air  $4,67 \pm 0,33\%$ , kadar zat mudah menguap  $5,59 \pm 0,33\%$ , kadar abu  $5,67 \pm 0,33\%$  dan kadar karbon  $84,33\%$ . Untuk daya serapnya, arang aktif tersebut memiliki daya serap terhadap metilen biru sebesar  $162,84 \pm 0,50\text{ mg/g}$  dan daya serap terhadap  $\text{I}_2$  sebesar  $759,62 \pm 3,07\text{ mg/g}$ . Hasil identifikasi dengan spektrofotometer FTIR menunjukkan bahwa arang aktif ini mengandung gugus fungsi OH, C-H alifatik, P=O, dan P-OH.

### Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan arang aktif dari batang tanaman gemitir (*tagetis erecta*) yang diaktivasi dengan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dalam aplikasinya sebagai adsorben logam berat atau senyawa organik dalam limbah cair. Selain itu dapat disarankan pula untuk melakukan aktivasi arang dengan aktivator kimia yang berbeda.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Drs. I Wayan Suarsa, M.Si., Drs. I Wayan Suirta, M.Si., Ibu Ir. Ni Gst. Ayu Made Dwi Adhi Suastuti, M.Si. atas saran dan masukannya. Orang tua dan sahabat penulis atas segala ide, saran dan dukungannya. Serta semua pihak yang telah membantu dari pelaksanaan penelitian hingga penerbitan penulisan karya ilmiah ini



Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumeitir (*Tagetes erecta*) yang Diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
(Emmy Sahara, Wahyu Dwijani Sulihingtyas, dan I Putu Adi Surya Mahardika)

DAFTAR PUSTAKA

- Cooney, D.O., 1980, *Activated Charcoal, Antidotal, and Other Medical Uses*, Marcel Dekker, New York
- Gong, Y., Xuan Liu, Wen-Hao He, Hong-Gao Xu, Fang Yuan, Yan-Xiang, 2012, *Investigation into Antioxidant Activity and Chemical Composition of Alcoholic Extracts from Defatted Marigold (Tagetes erecta L.) residue*, *Fitoterapia*, 83:481-489
- Hendaway, Ana, 2003, *Influence of HNO<sub>3</sub> Oxidation on the Structure and Adsorptive Properties of Corn-cob-based Activated Carbon*, Elsevier, *Carbon* 41:713-722
- Jamilatun, Siti., Intan D.I., Elza N.P., 2014, *Karakteristik Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Pengaktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Variasi Suhu dan Waktu*. Simposium Nasional Teknologi Terapan, 2: 31-38
- Jankowska, H., A. Swiatkowski, dan J. Choma, 1991, *Active Carbon*, Horwood, London
- Kosting, P.R., dan Conrad H., 1931, *Corrosion of Metals by Phosphoric Acid*, *Industrial and Engineering Chemistry*, 23:2
- Lin-Vien, D., Norman B.C., William G.F., Jeanette G.G., 1991, *Infrared and Raman Characteristic Frequencies of Organic Molecules*, Academic Press, San Diego
- Pari, G., D. Tri W., dan Mashato Y., 2009, *Mutu Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu*, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27 (4)
- Parugrug, M.L., dan Aurea C.R., 2008, *Insecticidal Action of Five Plants Against Maize Weevil, Sitophilus Zeamais Motsch. (Coleoptera: Curculionidae)*, *KMITL Sci. Tech*, 8(01): 24-38
- Qin, C., Yao C., Jian M.G., 2014, *Manufacture and Characterization of Activated Carbon From Marigold Straw (Tagetes erecta L) by H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Chemical Reaction*, *Materials Letters*, 135: 123-126
- Sidiq, M., 2014, *Prarancangan Pabrik Karbon Aktif dari Baggase Fly Ash (BFA) dengan Aktifasi Kimia menggunakan KOH Kapasitas 2.500 Ton/ Tahun*, Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Silverstein, R.M., Bassler G.C., Morrill T.C., 1991, *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, fifth edition, John Wiley and Sons, Singapore
- SNI, 1995, *SNI 06-3730-1995: Arang Aktif Teknis*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Sudrajat, R. dan Gustan Pari, 2011, *Arang Aktif, Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta
- Sutaryo, D., 2009, *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*, Wetlands International Indonesia Programme, Bogor
- Sudirjo, M., 2006, *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Kacang Tanah (Arachis hypogaeae) dengan Aktivator Asam Sulfat*, Skripsi, Universitas Diponegoro, Semarang
- Sudrajat, R. dan Gustan Pari, 2011, *Arang Aktif, Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta
- Tsoumis, G., 1991, *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*, Van Nostrand Reinhold, New York
- Wang, K.H., Cerruti R.H., Antoon P., 2007, *Protecting Crops from Nematode Pest: Using Marigold as an Alternative to Chemical Nematicides*, Cooperative Extension Service, University of Hawaii, Manoa
- Yue, Z., Economy J., dan Mangun C.L., 2003, *Preparation of Fibrous Porous Materials by Chemical Activation*, *Carbon*, 41: 1809-1817