

# Karakteristik Karbon Aktif Dari Bambu Swat (*Gigantochloa Verticillata*) Dengan Variasi Suhu Aktivasi

I Kadek Heryawan, Dewa Ngakan Ketut Putra Negara dan Ketut Astawa  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Kebutuhan karbon aktif banyak digunakan dalam berbagai bidang kehidupan. Karbon aktif komersial umumnya bersumber dari batu bara yang merupakan sumber karbon yang tidak dapat diperbaharui dan jumlahnya terbatas, sehingga banyak peneliti yang mengembangkan karbon aktif dari biomassa seperti bambu. Pada penelitian ini telah berhasil dibuat karbon aktif berbahan dasar bambu swat (*Gigantochloa verticillata*) dengan variasi suhu aktivasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik karbon aktif bambu swat. Pembuatan karbon aktif melalui tiga proses yaitu : dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi menggunakan suhu 800°C selama 1 jam dan menggunakan metode aktivasi fisika selama 1 jam dengan variasi suhu 600°C, 700°C, dan 800°C. kemudian dilakukan pengujian karakteristik karbon aktif menggunakan proximate analysis, ultimate analysis, dan SEM yang berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif memenuhi SNI kecuali kadar abu adalah karbon aktif yang diaktivasi suhu 800°C yang menghasilkan kadar air 1,99%, zat terbang 9,32%, abu 15,07%, karbon terikat 73,62%, kadar karbon 79,14%, hydrogen 2,85%, nitrogen 0,59%. Hasil analisa SEM memperlihatkan peningkatan jumlah pori dan permukaan karbon aktif terlihat semakin jelas seiring dengan meningkatnya suhu aktivasi.

Kata kunci: karbon aktif, bambu swat, karakteristik, suhu aktivasi

## Abstract

The needs of activated carbon is widely used in various fields of life. Commercial activated carbon is generally sourced from coal which is a limited source of carbon that is not renewable, so many researchers are developing activated carbon from biomass such as bamboo. In this study, activated carbon made from bamboo swat (*Gigantochloa verticillata*) has been successfully made with variations in activation temperature. This study aims to determine the characteristics of activated carbon swat bamboo. The manufacture of activated carbon through three processes, namely: dehydration, carbonization and activation. The carbonization process uses a temperature of 800°C for 1 hour and uses a physics activation method for 1 hour with variations in temperature of 600°C, 700°C, and 800 ° C. then testing the characteristics of activated carbon using proximate analysis, ultimate analysis, and SEM based on the Indonesian National Standard (SNI 06-3730-1995). The results showed that activated carbon met SNI except ash content was activated carbon activated at 800°C which resulted in moisture content of 1,99%, volatile matter 9,32%, ash 15.07%, bonded carbon 73,62%, carbon content 79,14%, hydrogen 2,85%, nitrogen 0,59%. The results of SEM analysis showed an increase in the number of pores and the surface of the active carbon seen more clearly as the activation temperature increased.

Keywords: activated carbon, swat bamboo, characteristics, activation temperature

## 1. Pendahuluan

Karbon aktif merupakan suatu karbon yang memiliki daya serap yang baik terhadap anion, kation dan molekul dalam bentuk senyawa organik berupa larutan maupun gas. Bahan-bahan yang mengandung banyak karbon dan memiliki pori dapat digunakan sebagai bahan pembuatan karbon aktif [1]. Oleh karena itu kebutuhan karbon aktif banyak digunakan dalam bidang kehidupan seperti bidang industri, kesehatan dan pertanian. Pada bidang industri karbon aktif digunakan sebagai pemurnian gas, sebagai penyaring dan penghilang bau pada industri obat dan makanan, pemurnian air pada industri pengolahan air. Hal ini karena sifat-sifat unik yang dimiliki oleh karbon aktif seperti porositas yang tinggi, luas permukaan yang sangat besar, kapasitas penyerapan yang tinggi dan memiliki kekuatan mekanis yang tinggi [2]. Karbon aktif komersial umumnya bersumber dari batu bara (*bituminous coal*) yang merupakan sumber karbon

yang tidak dapat diperbaharui dan harganya sangat mahal. Hal ini mendorong banyak peneliti untuk mengembangkan karbon aktif dari biomassa yang memiliki kandungan karbon yang tinggi seperti serat kayu, sekam padi, tempurung kelapa, serta limbah agrikultur seperti bambu.

Bambu banyak dikenal oleh masyarakat karena memiliki sifat-sifat yang baik untuk dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari dan beberapa sifat kimia dari bambu meliputi kandungan selulosa berkisar antara 42%-53,6%, kandungan lignin 19,8%-26,6%, sedangkan kandungan pentosan 1,24%-3,77%, kadar abu 1,24%-3,77%, kadar silika 0,10%-1,78% [3]. Dari sifat-sifat yang dimiliki oleh bambu terlihat bahwa bambu cukup baik untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif.

Secara umum dalam proses pembuatan karbon aktif melalui tiga proses yaitu: dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Dalam penelitian ini bahan dasar yang digunakan adalah bambu swat (*Gigantochloa*

*verticillata*) yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik karbon aktif dari bambu swat.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Karbon aktif

Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dan pori-pori yang diperlakukan dengan cara khusus agar menghasilkan luas permukaan yang lebih besar. Karbon aktif merupakan adsorben yang paling sering digunakan untuk menyerap suatu adsorbat karena karbon aktif memiliki porositas yang tinggi, luas permukaan dan pori yang cukup besar [4].

### 2.2 Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif bertujuan membentuk pori-pori dan luas permukaan karbon yang lebih besar agar dapat digunakan dalam berbagai aplikasi dalam proses penyerapan suatu zat. Dalam proses pembuatan karbon aktif melalui tiga proses yaitu : dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi.

#### a. Dehidrasi

Proses dehidrasi merupakan proses untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat pada bahan baku. Proses dehidrasi dilakukan dengan cara menjemur bahan baku dibawah sinar matahari atau dengan cara memanaskan didalam oven untuk menghasilkan bahan baku yang kering.

#### b. Karbonisasi

Karbonisasi atau pengarangan merupakan proses pemanasan dengan suhu tertentu pada bahan baku dengan kehadiran oksigen yang terbatas. Proses karbonisasi bertujuan untuk menghilangkan zat yang mudah menguap yang terdapat dalam bahan baku. Material yang tersisa setelah proses karbonisasi yaitu karbon yang berbentuk arang dengan pori-pori yang terbentuk masih kecil dan sempit [5].

#### c. Aktivasi

Proses aktivasi adalah proses pembuatan karbon aktif yang bertujuan untuk membuka, menambah atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk saat proses karbonisasi. Proses aktivasi akan menghasilkan karbon aktif yang mempunyai daya serap yang lebih besar, karena pada saat proses karbonisasi arang masih mengandung zat-zat yang menutupi pori-pori karbon aktif. Pada proses ini karbon aktif akan mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia sehingga dapat mempengaruhi kemampuan serapnya [5].

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Bahan pembuatan karbon aktif

#### a. Bambu swat (*Gigantochloa verticillata*)

Material yang digunakan pada penelitian ini yaitu bambu swat (*Gigantochloa verticillata*) yang didapat dari daerah Payangan, Gianyar, Bali. Bambu jenis ini memiliki diameter berkisar 11-15 cm dengan

ketebalan 1-1,5 cm dan pada kondisi mentah memiliki ciri khas berupa garis-garis pada batangnya.



Gambar 1. Bambu swat

#### b. Gas nitrogen ( $N_2$ )

- Gas nitrogen digunakan sebagai gas inert pada waktu proses aktivasi agar tidak terdapat oksigen yang bereaksi dengan karbon aktif.
- Agar karbon aktif tidak terbakar.
- Digunakan untuk mengangkut unsur-unsur yang menguap pada saat proses aktivasi.

### 3.2 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Tahap awal dari pembuatan karbon aktif pada penelitian ini dilakukan proses dehidrasi. Proses dehidrasi dilakukan dengan cara menjemur bahan baku dibawah sinar matahari hingga kering. Selanjutnya bambu di potong kecil dengan ukuran berkisar 1 cm agar proses terjadi secara merata. Untuk memastikan kadar air yang terkandung dalam bahan baku sudah berkurang maka dilakukan pengukuran massa dengan mengambil 3 buah sampel dengan massa awal 60 gram dan kembali dijemur selama 5 hari dan kembali diukur massanya untuk mengetahui perubahan massa kecil atau tidak terjadi perubahan massa. Selanjutnya dilakukan proses karbonisasi dimana bambu dipanaskan di dalam dapur listrik dengan suhu  $800^{\circ}C$ . Proses karbonisasi berlangsung selama 1 jam dan saat proses berlangsung timbul asap yang sangat banyak dan proses karbonisasi dianggap selesai sampai tidak ada lagi asap yang keluar. Bahan baku yang sudah berbentuk arang kemudian dihancurkan atau digiling agar menghasilkan arang berbentuk serbuk/powder, setelah itu arang akan di ayak menggunakan mesh dengan ukuran  $250\mu m$  untuk mendapatkan arang yang halus dan seragam. Setelah proses ini selesai lalu arang diaktivasi untuk mengaktifkan karbon aktif, proses aktivasi dilakukan dengan memanaskan arang menggunakan suhu yang divariasikan yaitu :  $600^{\circ}C$ ,  $700^{\circ}C$ , dan  $800^{\circ}C$  selama 1 jam. Pemilihan suhu pada proses aktivasi ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik yang dihasilkan. Selama proses aktivasi berlangsung arang dialiri dengan gas nitrogen ( $N_2$ ) dengan rate 150 ml/min. kemudian didinginkan secara langsung

didalam dapur listrik kurang lebih selama 18 jam, kemudian arang di simpan dalam wadah kedap udara.

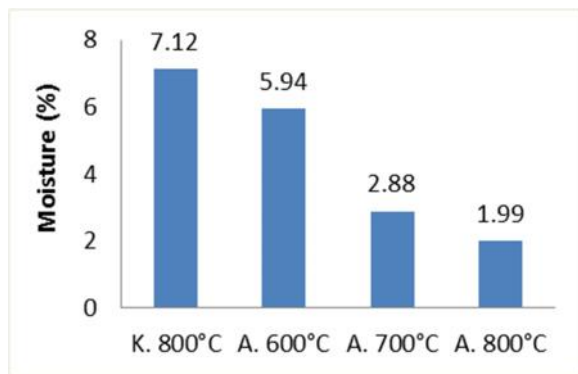
### 3.3 Analisa Data

Analisa data merupakan suatu proses yang paling penting dalam suatu penelitian. Dalam penelitian ini untuk mengetahui karakteristik dari karbon aktif digunakan tiga metode pengujian yaitu : uji *proximate analysis*, *ultimate analysis*, dan SEM (*Scanning Electron Microscope*).

## 4. Hasil dan Pembahasan

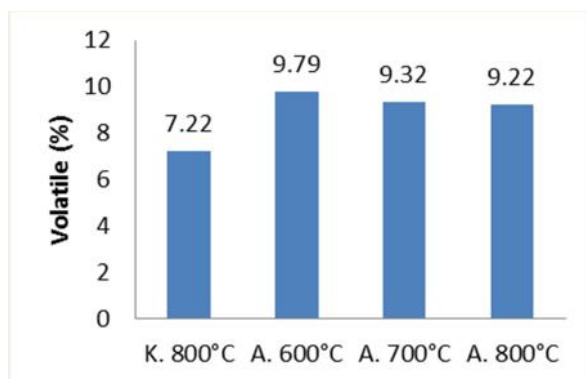
### 4.1. Data Hasil Proximate Analysis

Pada penelitian ini uji *proximate analysis* dilakukan untuk mengetahui jumlah kadar moisture, volatile, ash, dan fixed karbon pada karbon aktif. Pengujian ini dilakukan berdasarkan syarat standar karbon aktif menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 [6].



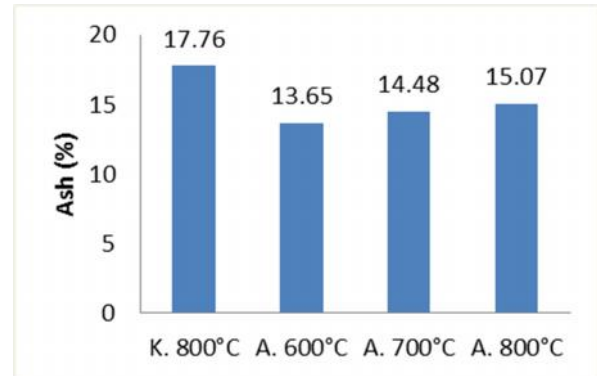
Gambar 2. Grafik Moisture karbon aktif

Pada gambar 2. Ditampilkan nilai moisture setelah diaktivasi berkisar antara 1,99% - 5,94%. Hasil Pengujian ini terlihat trend dari grafik kadar moistur semakin rendah seiring dengan meningkatnya suhu aktivasi yang digunakan. Itu terjadi karena kandungan air yang terdapat dalam arang bambu telah menguap selama proses karbonisasi dan aktivasi. Hasil terbaik diperoleh pada suhu aktivasi 800°C dengan kadar moisture terendah 1,99%.



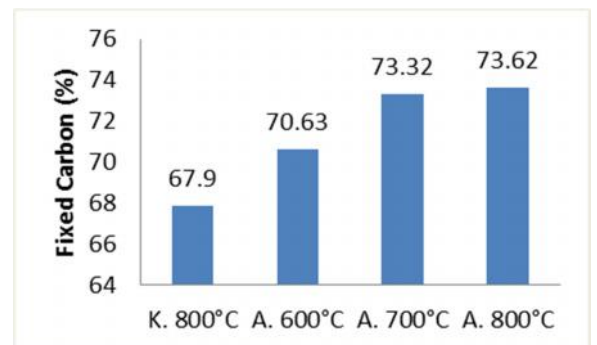
Gambar 3. Grafik volatile karbon aktif

Hasil pengujian kadar volatile yang tinggi dapat mempengaruhi daya serap karbon aktif. Untuk penelitian ini kadar volatile semakin berkurang seiring dengan naiknya suhu aktivasi yang digunakan seperti yang ditampilkan pada gambar 3. Karena volatile merupakan zat menguap atau zat terbang yang berupa gas hidrokarbon atau gas methane. Berkurangnya kadar volatile terjadi karena suhu pengarangan yang digunakan cukup tinggi mengakibatkan banyak zat terbang yang terbuang, sehingga kada zat terbang yang dihasilkan semakin rendah.



Gambar 4. Grafik ash karbon aktif

Pengaruh suhu aktivasi terhadap persentase kadar abu seperti yang ditunjukkan gambar 4. Diatas yaitu semakin tinggi suhu aktivasi maka semakin tinggi kadar abu. Jika kadar abu dalam karbon aktif terlalu tinggi maka dapat mengurangi daya serapnya. Pada penelitian ini kadar abu terbilang cukup tinggi dan tidak memenuhi syarat (SNI) 06-3730-1995 yaitu maks 10% [6]. Peningkatan kadar abu terjadi karena dipengaruhi oleh besarnya kadar silikat yang terkandung dalam bahan baku dan pada proses aktivasi aliran N<sub>2</sub> yang digunakan yaitu secara konstan dengan rate 150 ml/min. Syarat karbon aktif yang baik untuk adsorpsi adalah dengan kandungan ash yang rendah. Jadi hasil terbaik dipilih kadar ash yang paling rendah yaitu pada suhu aktivasi 600°C dengan kadar abu 13,65%.



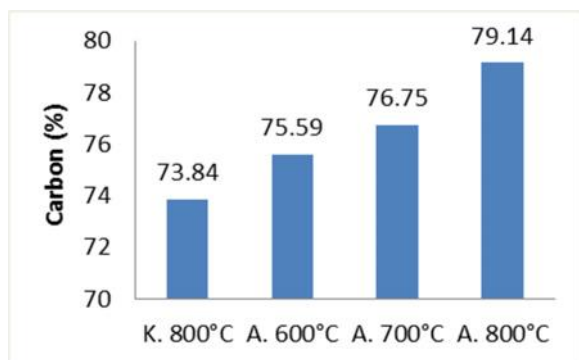
Gambar 5. Grafik fixed carbon

Persentase kadar fixed karbon yang dihasilkan seperti gambar 5. Menunjukkan pengaruh suhu aktivasi terhadap kadar fixed karbon yaitu semakin

tinggi suhu aktivasi yang digunakan mengakibatkan kadar fixed karbon semakin tinggi. Hal ini diakibatkan oleh suhu aktivasi yang digunakan cukup tinggi mengakibatkan kadar volatile yang terkandung dalam karbon aktif menjadi rendah. Sehingga kadar fixed karbon menjadi meningkat, tingginya kadar fixed karbon juga dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin dari bahan baku karbon aktif. Hasil kadar karbon terikat terbaik yaitu 73,62% pada suhu aktivasi 800°C.

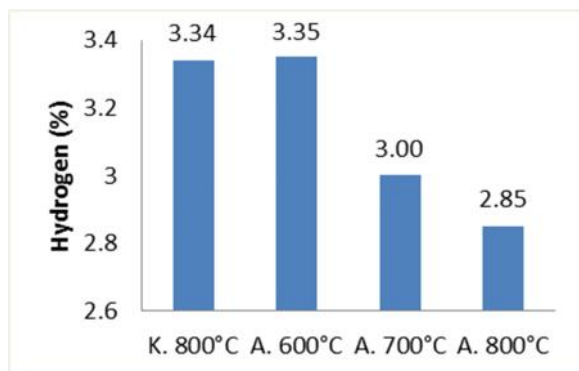
#### 4.2 Data Hasil Uji *Ultimate Analysis*

Pada penelitian ini uji *ultimate analysis* dilakukan untuk mengetahui persentase kandungan Carbon (C), Hydrogen (H), dan Nitrogen (N) yang terdapat dalam karbon aktif. Hasil ini ditampilkan dalam bentuk grafik seperti gambar dibawah.



Gambar 6. Grafik perbandingan kadar carbon

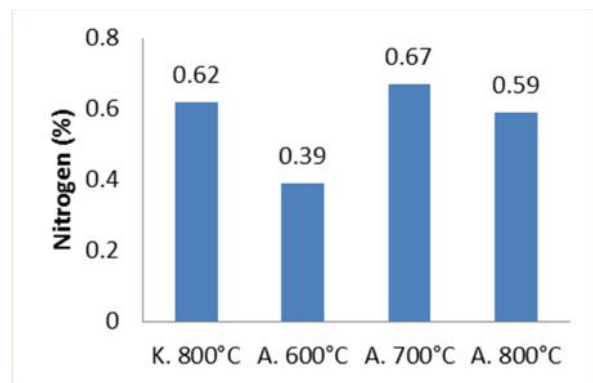
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar carbon dari bambu swat cukup tinggi, baik sebelum aktivasi maupun setelah aktivasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Hal ini dipengaruhi oleh kadar selulosa dan lignin yang dimiliki bambu swat cukup tinggi dengan kandungan carbon sekitar 73,84% sebelum diaktivasi dan setelah diaktivasi naik secara regular mencapai kadar tertinggi yaitu 79,14% pada suhu aktivasi 800°C, secara garis besar semakin tinggi suhu aktivasi yang digunakan maka semakin tinggi kandungan carbon yang dihasilkan.



Gambar 7. Grafik perbandingan kadar hydrogen

Hasil pengujian kadar hydrogen sekitar 3,34% sebelum diaktivasi dan terjadi peningkatan setelah diaktivasi dengan suhu 600°C dengan nilai 3,35%,

dan mengalami penurunan secara regular saat diaktivasi suhu 700°C dengan nilai 3,00%, pada suhu aktivasi 800°C dengan nilai kandungan 2,85% seperti ditunjukkan pada gambar 7.

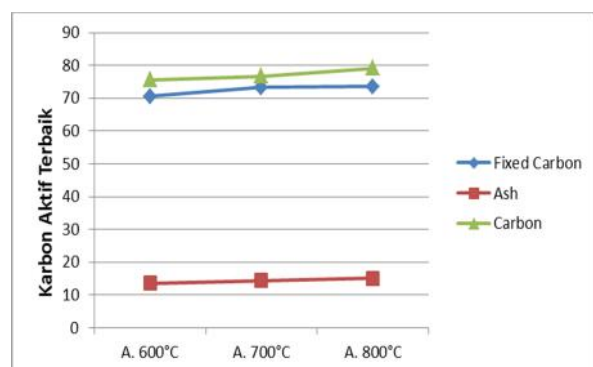


Gambar 8. Grafik perbandingan kadar nitrogen

Untuk kandungan nitrogen yang dihasilkan sekitar 0,62% pada suhu karbonisasi 800°C sebelum diaktivasi dan mengalami penurunan setelah diaktivasi dengan suhu aktivasi 600°C dengan nilai 0,39 % dan kembali meningkat pada suhu aktivasi 700°C mencapai 0,67% setelah itu kembali mengalami penurunan mencapai 0,59% pada suhu aktivasi 800°C sehingga pengaruh suhu aktivasi membuat hasil pada grafik yang ditunjukkan gambar 8. Yaitu fluktuatif.

#### 4.3 Evaluasi Karakteristik Karbon Aktif terbaik

Dari hasil pengujian *proximate analysis* dan *ultimate analysis* selanjutnya dilakukan evaluasi karakteristik karbon aktif terbaik dengan acuan adalah kadar fixed carbon, ash, dan carbon. Hasil dari evaluasi karbon aktif terbaik ditampilkan berupa grafik seperti pada gambar dibawah.



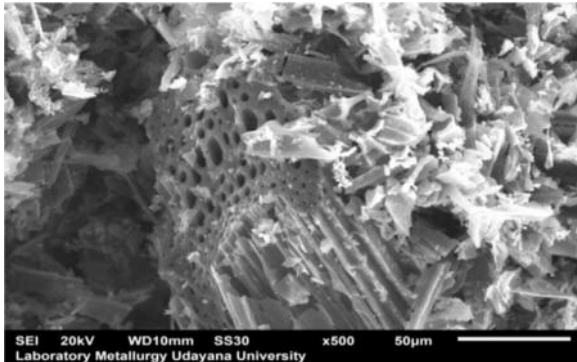
Gambar 9 .Evaluasi karbon aktif terbaik

Dari gambar 9. Ditampilkan grafik yang dihasilkan semakin meningkat seiring meningkatnya suhu aktivasi yang digunakan. Pada suhu 600°C kadar ash: 13,65%, fixed carbon: 70,63%, dan carbon: 75,59%, pada suhu 700°C kadar ash: 14,48%, fixed carbon: 73,32%, dan carbon 76,75%, sedangkan pada suhu 800°C kadar ash: 15,07%, fixed carbon: 73,62%, dan carbon: 79,14%. Karakteristik

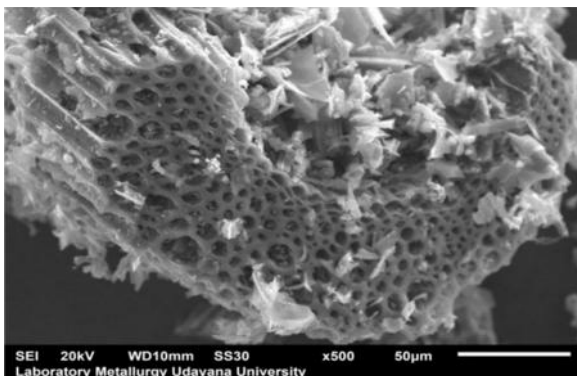
karbon aktif yang baik untuk daya serapnya bisa dilihat dari kadar ash, fixed carbon, dan carbon, dimana untuk menghasilkan daya serap yang tinggi membutuhkan kadar abu yang rendah dan kadar fixed karbon dan kadar carbon yang tinggi. Sehingga semakin banyak kadar fixed carbon dan kadar carbon dalam karbon aktif maka semakin besar daya adsorpsinya. Dimana bisa dilihat bahwa kadar fixed carbon dan kadar carbon tertinggi pada suhu 800°C, sedangkan kadar ash terendah adalah pada suhu 600°C.

#### 4.4 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

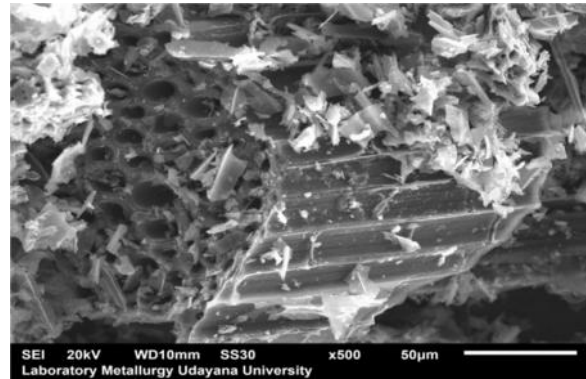
Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi struktur dan pembentukan pori-pori karbon aktif dan untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada arang yang belum diaktivasi dan setelah diaktivasi. Uji mikrostruktur dilakukan menggunakan *microscope optic* dengan *optical zoom* 10 sampai 1200 kali.



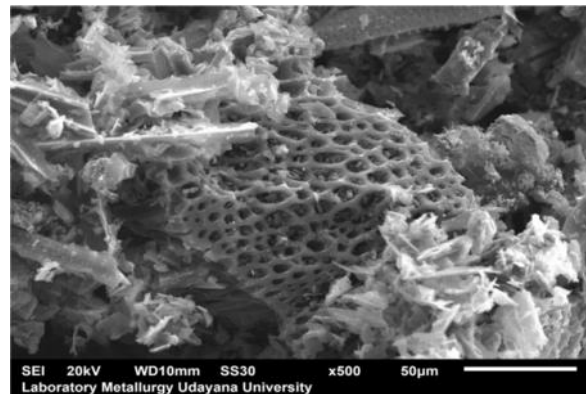
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 10.** Morfologi struktur mikro karbon aktif dengan pembesaran 500x

(a) Karbonisasi 800°C, (b) Aktivasi 600°C, (c) Aktivasi 700°C, (d) Aktivasi 800°C

Pada gambar 10. Ditampilkan morfologi struktur mikro permukaan karbon aktif bambu swat sebelum dan setelah diaktivasi. Pada gambar (a) terlihat bahwa dalam proses karbonisasi pembentukan pori masih sedikit, karena arang belum diaktivasi. Proses aktivasi bertujuan untuk membuka, menambah, dan memperbesar diameter permukaan karbon aktif. Setelah dilakukan aktivasi pada suhu aktivasi 600°C gambar (b) struktur pori sudah terbentuk lebih banyak dan seragam dari pada gambar (a). Pada gambar (c) suhu aktivasi 700°C terlihat perbedaan diameter permukaan pori yang lebih besar dari hasil aktivasi 600°C. Sedangkan pada suhu aktivasi 800°C terlihat dengan jelas struktur permukaan pori yang seragam dan banyak dibandingkan dengan gambar (c). Sehingga untuk menghasilkan daya adsorpsi yang maksimal maka dibutuhkan pori-pori yang banyak dan seragam. Hasil dari pengamatan SEM terlihat morfologi struktur mikro dan pori-pori karbon aktif terjadi perubahan seiring dengan meningkatnya suhu aktivasi.

#### 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan tentang karakteristik karbon aktif dari bambu swat (*Gigantochloa verticillata*) dengan variasi suhu aktivasi, dapat disimpulkan bahwa :



1. Hasil penelitian karakteristik karbon aktif ini menunjukkan semakin tinggi suhu aktivasi yang digunakan mengakibatkan kadar moisture, ash, fixed carbon, dan carbon meningkat, sedangkan kadar volatile, hydrogen terlihat menurun, dan kadar nitrogen terlihat fluktuatif. Hasil dari pengamatan SEM terlihat morfologi struktur mikro dengan pori-pori dan permukaan karbon aktif terjadi perubahan seiring dengan meningkatnya suhu aktivasi.
2. Jika ditinjau dari kandungan ash pada suhu aktivasi 600°C merupakan yang terbaik, dan bila ditinjau dari kandungan carbon dan fixed carbon pada suhu aktivasi 800°C adalah yang terbaik.



**I Kadek Heryawan**  
Menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana pada tahun 2018

Bidang penelitian yang diminati adalah tentang topik yang berkaitan dengan karbon aktif

#### Daftar Pustaka

- [1] Lempang, Mody. 2014. *Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif*. Makasar. Balai Penelitian Kehutanan Makasar.
- [2] Negara, D. N. K. P., Nindhia, T. G. T., Surata, I W., dan Sucipta, M. 2016. *Potensi bambu swat (gigantochloa verticillata) sebagai material karbon aktif untuk adsorbed natural gas (ANG)*. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 9(2), 174-179.
- [3] Miranti, Siti Tias. 2012. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Bambu Dengan Metode Aktivasi Terkontrol Menggunakan Activating Agent H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Dan KOH*. Depok: Fakultas Teknik, Departemen Teknik Kimia, Universitas Indonesia.
- [4] Purnamasari, Uchi Inda. 2018. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Salak (Salacca Zalacc) Dengan Proses Pengaktifan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Menggunakan Pemanas Microwave*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera utara.
- [5] Khuluk, Rifki Husnul. 2016. *Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (Cocous Nucifera L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru*. Bandar Lampung: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- [6] Fauziah, Nailul. 2009. *Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung Dari Kulit Acacia Mangium Wild Dengan Aktivasi Fisika Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben*. Bogor : Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.