

Pengaruh Waktu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Bambu Swat (*Gigantochloa verticillata*)

Aang Ardiyanto, Dewa Ngakan Ketut Putra Negara, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Bambu merupakan material biomassa yang banyak diteliti dan diproduksi sebagai salah satu bahan karbon aktif. Bambu banyak diaplikasikan di berbagai bidang kehidupan. Seperti digunakan sebagai katalisator permukiman air, pengolahan pupuk, dan penyaringan zat CO₂ pada gas buang kendaraan bermotor. Sedangkan banyak di pasaran karbon aktif bersumber dari batu bara (bituminous coal) yang bersifat akan habis pada suatu masa dan tidak dapat didaur ulang kembali. Disini peneliti menggunakan bahan baku bambu swat dan difokuskan pada variasi waktu aktivasi. Penelitian ini difokuskan untuk mengkarakterisasi dan mengevaluasi potensi bambu swat sebagai material dasar karbon aktif. Pengujian yang dilakukan meliputi uji proximate, uji ultimate, dan struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bambu swat sudah memenuhi standar nasional Indonesia, sedangkan pada uji proximate hanya kadar ash yang tidak memenuhi standar nasional Indonesia. Kandungan terbaik fixed carbon terdapat pada aktivasi 80 menit yaitu sebesar 75,02%. Dan kadar ash terbaik terdapat pada aktivasi 40 menit yaitu sebesar 16,68%. Dari hasil uji foto mikro terdapat perubahan pori-pori di setiap variasi waktu aktivasi. Secara umum bambu swat sangat berpotensi digunakan sebagai material sumber karbon aktif.

Kata Kunci : bambu swat, bituminous coal, variasi waktu aktivasi, proximate, ultimate, ash, fixed carbon

Abstract

Bamboo is a biomass material that is widely researched and produced as one of the active carbon materials. Bamboo is widely applied in various fields of life. As used as a catalyst for water occupancy, fertilizer processing, and CO₂ filtration in motor vehicle exhaust gases. Whereas many of the active carbon markets are sourced from coal (bituminous coal) which will expire at some time and cannot be recycled again. Here the researchers used bamboo swat raw materials and focused on variations in activation time. This research is focused on characterizing and evaluating the potential of swat bamboo as the base material for activated carbon. Tests carried out include proximate test, ultimate test, and micro structure. The results showed that swat bamboo had met Indonesian national standards, whereas the proximate test was only ash which did not have Indonesian national standards. The best fixed carbon content is found in 80 minutes activation which is equal to 75.02%. And the best ash content is on 40 minutes activation which is equal to 16.68%. From the results of the micro photo test there are changes in the pores in each variation of activation time. In general, swat bamboo has the potential to be used as an active carbon source material.

Keywords : bamboo swat, bituminous coal, activation time variation, proximate, ultimate, ash, fixed carbon

1. Pendahuluan

Bali merupakan provinsi yang sedang berkembang mulai dari infrastruktur dan wisata, dapat dilihat dari pertumbuhan penduduk yang sangat pesat, pertumbuhan ekonomi, dan yang sering kita jumpai setiap hari adalah pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat. Ini menyebabkan timbulnya dampak negatif dari sektor kadar udara yaitu polusi dari kendaraan bermotor maupun dari gas buang dari pabrik.

Salah satu cara untuk mengurangi dari dampak negatif polusi tersebut adalah menggunakan karbon aktif. Dipasaran banyak terdapat karbon aktif yang bersifat komersial yaitu dari batu bara yang merupakan sumber karbon yang tidak dapat diperbaharui dan harganya mahal[1] dengan demikian banyak peneliti menggunakan karbon aktif dari biomassa seperti kulit kelapa[2-4], dan bambu[5-8]

Bambu banyak diteliti sebagai bahan baku karbon aktif karena keunggulan karakteristik yang

dimiliki. Di Asia bambu tumbuh di China, Thailand, Vietnam[9] dan di Indonesia. Bambu tumbuh hampir diseluruh wilayah di Indonesia. Kandungan karbon pada bambu yang tinggi (48,46%) dan kandungan nitrogen (0,14%), Sulfur (0,115) dan hidrogen yang rendah (6,75%) [10] sangat berpotensi untuk dijadikan bahan baku karbon aktif.

Penelitian ini menggunakan bahan dasar karbon aktif dari bambu swat di karenakan bambu swat berpotensi digunakan sebagai bahan baku karbon aktif. Kualitas karbon aktif juga dipengaruhi pada saat proses pembuatannya seperti dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Disini waktu aktivasi yang digunakan untuk memperkuat karakteristik karbon aktif bambu swat (*Gigantochloa verticillata*)

2. Dasar Teori

Karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 50 mm. Hal ini dikarenakan karbon aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih bagus dibandingkan adsorben

lainnya. Pori-pori inilah yang berfungsi melakukan penyerapan.

Secara garis besar, Proses pembuatan karbon aktif umumnya dilakukan dengan tiga tahap, yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Pertama bambu dipotong dengan ukuran 1x1x1 cm dan dikeringkan dengan sinar matahari selama 7 hari dan kemudian dipanaskan dengan dapur listrik pada suhu 105°C. Kemudian bahan baku bambu dimasukkan ke dapur untuk melakukan proses karbonisasi dengan temperatur 750°C. Setelah menjadi arang bambu dihancurkan dan selanjutnya di ayak atau *meshing* dengan mesh 60. Setelah itu bambu diaktivasi dengan suhu 750°C dan variasi waktu aktivasi 40,60, dan 80 menit sembari dialirkan nitrogen dengan laju 150ml/menit. Karbon aktif yang dihasilkan diberi simbol KA40 untuk aktivasi 40 menit, KA60 untuk aktivasi 60 menit, KA80 untuk aktivasi 80 menit

3. Metode Penelitian

3.1 Bahan

Bambu yang digunakan adalah bambu swat (*Gigantochloa verticillata*) yang diambil dari daerah Payangan Gianyar Bali. Bambu ini mempunyai diameter berkisar antara 11-15 cm dengan ketebalan 1-1,5 cm yang pada kondisi mentah memiliki ciri khas berupa garis-garis pada batangnya [11] seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Bambu Swat

3.2 Metode Pengujian

Untuk mengetahui karakteristik dari bambu swat maka dilakukan pengujian di Laboratorium Logam dan Analisa Bahan Dasar Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana dengan pengujian foto mikro, uji ultimate, uji TGA (*Thermo Gravimetric Analysis*). Uji TGA dilakukan berdasarkan ASTM D758MVA in coal untuk mengetahui kandungan *moisture*, *ash*, *volatile*, dan *fixed carbon*. Uji ultimate dilakukan berdasarkan ASTM D75 Biomass untuk mengetahui kadar karbon (C), nitrogen (N), dan hidrogen (H). Uji foto mikro dilakukan dengan perbesaran 100 kali untuk mengetahui perubahan pori pada setiap waktu aktivasi yang ditentukan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisa TGA dan Ultimate

Dari hasil pengujian maka didapatkan distribusi Tabel 1 menunjukkan hasil analisa TGA (*Thermo Gravimetric Analysis*) dari karbon aktif bambu swat. Bambu Swat memiliki kadar fixed carbon yang sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730 BSN, 1995 yaitu kadar minimum karbon sebesar 65%. Kadar fixed carbon tertinggi terdapat

pada aktivasi 80 menit yaitu sebesar 75,06%. Kadar moisture dari karbon aktif bambu swat sudah memenuhi SNI yaitu maksimum 15%. Kadar volatile bambu swat sudah memenuhi SNI yaitu maksimum 25%. Kadar ash bambu swat tidak memenuhi SNI yaitu maksimum 10% sedangkan kadar ash terendah yang didapat dari bambu swat adalah 14,99%. Kandungan ash yang rendah akan menghasilkan minimal efek dari pengotor dalam pembentukan pori selama proses aktivasi. Karbon aktif yang baik mengandung ash yang rendah dan kandungan karbon dan volatile yang tinggi.

Tabel 2 menunjukkan hasil analisa Ultimate dari karbon aktif bambu swat. Kadar karbon dari hasil uji ultimate sudah memenuhi SNI 06-3730 BSN, 1995 yaitu kadar minimum karbon sebesar 65%. Kadar hidrogen yang terdapat pada karbon aktif bambu swat ini berkisar antara 2,354%-3,252%. Kadar hidrogen semakin berkurang dengan bertambahnya waktu aktivasi dikarenakan hidrogen sebagai unsur yang mudah terlepas oleh pemanasan dan pembentukan senyawa hidrokarbon pada permukaan karbon aktif bambu swat [12]. Sedangkan kadar nitrogen yang terdapat pada karbon aktif bambu swat ini berkisar antara 0,57%-0,839%. Kadar nitrogen semakin meningkat dengan bertambahnya waktu aktivasi dikarenakan nitrogen menyerap pada pori-pori karbon aktif.

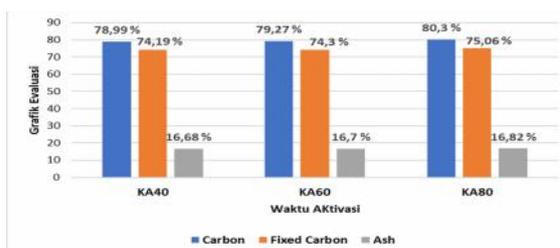
Selama proses aktivasi fisika, dinding pori atau pori-pori mulai terbentuk dan mengalami pergeseran sehingga dinding pori atau pori-pori menjadi terbuka. Hal ini dikarenakan proses aktivasi dengan suhu 750°C dan lama waktu aktivasi 40,60, dan 80 menit terhadap karbon aktif yang dialiri dengan nitrogen. Pergeseran dinding pori selain membentuk pori baru, juga mengakibatkan ukuran pori yang sudah ada menjadi lebih banyak, sehingga dari mikropori menjadi makropori [11].

Tabel 1. Hasil Uji TGA (*Thermo Gravimetric Analysis*)

Sampel	Moisture (%)	Volatile (%)	Ash (%)	Fixed Carbon (%)
Arang	8,15	8,63	14,99	68,23
KA40	1,87	7,58	16,68	74,19
KA60	1,41	7,22	16,70	74,30
KA80	1,03	7,15	16,82	75,06

Tabel 2. Hasil Uji Ultimate

Sampel	Nitrogen (%)	Carbon (%)	Hydrogen (%)
Arang	0,557	75,096	3,252
KA40	0,699	78,990	2,586
KA60	0,764	79,268	2,495
KA80	0,839	80,298	2,354



Gambar 2. Grafik perbandingan antara Carbon, Fixed Karbon, dan Ash pada Aktivasi 40,60, dan 80 menit.

Dari gambar 2 menjelaskan perbandingan antara carbon, fixed carbon, dan ash, dapat dilihat bahwa ash paling banyak pada aktivasi 80 menit sebesar 16,82%, disusul dengan aktivasi 60 menit sebesar 16,7%, dan aktivasi 40 menit sebesar 16,68%. Sedangkan % fixed carbon dimulai dari yang paling banyak pada aktivasi 80 menit sebesar 75,06%, disusul pada aktivasi 60 menit sebesar 74,3%, dan aktivasi 40 menit sebesar 74,19%. Sedangkan semakin banyak % fixed carbon suatu karbon aktif maka semakin besar molekul karbon yang dapat menyerap adsorben [11]. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kualitas karbon aktif dilihat dari kadar ash adalah pada aktivasi 40 menit sebesar 16,68% paling baik dibandingkan dengan aktivasi 60 menit maupun 80 menit. Sedangkan kualitas karbon aktif paling bagus dilihat dari fixed carbon adalah pada aktivasi 80 menit yaitu sebesar 75,06% dibandingkan aktivasi 40 menit maupun 60 menit.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh waktu aktivasi terhadap karakteristik karbon aktif bambu swat dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Karakteristik karbon aktif bambu swat (*Gigantochloa verticillata*) dapat disimpulkan setelah melakukan uji ultimate dan TGA dari sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 (BSN, 1995), kecuali kadar ash melewati standar minimum dari SNI.
2. Dari hasil pengujian Ultimate dan TGA dapat diambil kesimpulan bahwa kualitas karbon aktif dilihat dari kadar ash adalah pada aktivasi 40 menit sebesar 16,68% paling baik dibandingkan dengan aktivasi 60 menit maupun 80 menit. Sedangkan kualitas karbon aktif paling bagus dilihat dari fixed carbon adalah pada aktivasi 80 menit yaitu sebesar 75,06% dibandingkan aktivasi 40 menit maupun 60 menit.

Daftar Pustaka

- [1] B. S. Patil and K. S. Kulkarni, 2012, *Development of High surface area activated carbon from waste material*, International Journal of Advanced Engineering and Studies (IJAERS), 1 pp. 109-113.
- [2] M. Sudibandriyo, 2011, *High pressure Adsorption of methane and Hydrogen at 25°C on activated carbon prepared from coal and account shell*, International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS, 11, pp. 79-85.
- [3] D. Das D. Samal, and B. Meikap, 2015, *Preparation of Activated Carbon from Green Coconut Shell and its Characterization*, J Chem Eng Process Technol, 6, pp.1-7.

- [4] A. Ahmadpour, A. Okhovat, and M. D. Mahboub, *Pore size distribution analysis of activated carbons prepared from coconut shell using methane adsorption data*, 2013, Journal of Physics and Chemistry of Solids, 74, pp.886-891.
- [5] S. Mahanim, I. W. Asma, J. Rafidah, E. Puad, and H. Shahrudin, 2011, *Production of activated carbon from industrial bamboo waste*, Journal of Tropical Forest Science, 23, pp. 417 - 424.
- [6] F. T. Ademiluyi and O. Braide, 2012, *Effectiveness of Nigerian bamboo activated with different activating agents on the adsorption of BTX*, J. Appl. Sci. Environ. Manage, 16, pp.267-273.
- [7] W. H. Cheung, S. S. Y. Lau, S.Y. Leung, A. W. M. Ip, and G. McKay, 2012, *activated carbons from bamboo scaffolding*, Chinese Journal of Chemical Engineering, 20, pp. 515-235.
- [8] T. Huang, Z. Qiu, D. Wu, and Z. Hu, 2015, *Bamboo-based activated carbon MnO₂ nanocomposites for flexible high-performance supercapacitor electrode materials*. Int. J. Electrochem. Sci, 10, pp. 6312-6323.
- [9] K. K. H. Choy, J.P. Baford, and G. McKay, 2005, *Production of activated carbon from bamboo scaffolding waste-process design, evaluation and sensitivity analysis*, Chemical Engineering Journal, 109, pp. 147-165.
- [10] E. L. K. Mui, W. H. Cheung, V.K.C. Lee, and G. McKay, 2008, *Kinetic study on bamboo pyrolysis*, International Engineering Chemical Resources, 47 pp. 5710-5722
- [11] Pari, G. 2004. *Arang aktif serbuk gergaji kayu sebagai bahan adsorben pada pemurnian minyak goreng bekas*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. 10(5): 141-149. Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor, Bogor
- [12] Festi Irmayani dkk, 2013. *Rancang Bangun Adsorben Kompenen Korosif Gas Bumi*. Pusat penelitian dan pengembangan teknologi minyak dan gas bumi (LEMIGAS)



Aang Ardiyanto memulai studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana tahun 2014 dan selesai di tahun 2018.