

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI BAMBU APUS (*Gigantochloa apus*) DENGAN AKTIVATOR H_3PO_4

M. Manurung*, E. Sahara, dan P. S. Sihombing

*Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Jalan Kampus Unud-Jimbaran, Jimbaran-Bali, Indonesia
e-mail: manuntun_manurung@unud.ac.id

ABSTRAK

Bambu apus adalah salah satu bahan kerajinan yang limbahnya sangat mudah didapatkan di Bali. Limbah ini dapat digunakan untuk membuat karbon aktif. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan suhu optimum karbonisasi, waktu karbonisasi, dan konsentrasi asam fosfat optimum pembuatan arang aktif bambu apus (AABA). Selain itu, AABA dikarakterisasi mengikuti SNI-1995 untuk arang aktif, serta gugus fungsi AABA ditentukan menggunakan Spektroskopi- FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbonisasi pada suhu optimum yaitu $600^{\circ}C$ selama 90 menit dan aktivasi 1 gram arang dengan 20 gram H_3PO_4 menghasilkan arang aktif yang memenuhi persyaratan SNI-1995 dengan karakteristik sebagai berikut: Kadar air sebesar $(1,11 \pm 0,83 \%)$, kadar zat mudah menguap sebesar $(8,13 \pm 0,27\%)$, kadar abu total sebesar $(7,33 \pm 1,35\%)$, kadar karbon $(83,40 \pm 0,27\%)$ serta daya serap terhadap iodin sebesar $1057,75 \text{ mg/g}$ dan daya serap terhadap metilen biru $472,88 \text{ mg/g}$. Identifikasi terhadap arang aktif dengan FTIR menunjukkan bahwa AABA mempunyai gugus fungsi, aromatik, keton dan hidroksi.

Kata kunci: arang aktif, bambu apus, H_3PO_4 , karakterisasi

ABSTRACT

This paper discusses the manufacture and characterization of activated carbon from bamboo apus (*Gigantochloa apus*) with H_3PO_4 activator. The aims of study were to determine the optimum carbonization temperature and time as well as the amount of phosphoric acid required as the chemical activator. In addition, the activated carbon was also characterized following the Indonesian National Standard (SNI-1995) for activated carbon. The activated carbon functional groups was determined using FTIR spectroscopy. The result showed that the optimum temperature of carbonization was $600^{\circ}C$, the carbonization time was 90 minutes and the phosphoric acid required was 20 gram for 1 gram carbon. Under these conditions, the activated carbon resulted met SNI-1995 with the characteristics as follows: the water content was $(1.11 \pm 0.83\%)$, the level of volatile substances was $(8.13 \pm 0.27\%)$, the total ash amount was $(7.33 \pm 1.35\%)$, the carbon contents was $(83.40 \pm 0.27\%)$. and the absorption capacities of iodine and methylen blue were of 1057.75 mg/g , 472.88 mg/g , respectively. FTIR identification indicated the existence of some functional groups, namely aromatic, ketone, and hydroxyl.

Keywords: activated carbon, bamboo apus, H_3PO_4 , characterization

PENDAHULUAN

Tanaman bamboo apus atau bambu tali (*Gigantochloa apus*) adalah salah satu tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia, termasuk di Pulau Bali. Masyarakat pedesaan, khususnya di Pulau Jawa dan Bali, memanfaatkan bambu untuk kerajinan dan bahan bangunan. Bambu apus mempunyai nama daerah yang beragam, di antaranya pring tali, pring apus (Jawa), awi tali (Sunda), tiing tali (Bali) dan pereng tale (Madura), (Wijaya, 2001). Industri kecil dan menengah telah memanfaatkan bambu sebagai bambu lapis (*ply bamboo*), kertas dan pulp serta menjadi bagian dari *composite board*. Pertumbuhan industri bamboo menimbulkan-

masalah baru berupa limbah, seperti potongan bambu dan serbuk penggergajian (Supriyanto, 2001). Limbah bambu dapat diolah menjadi arang aktif. Arang aktif merupakan adsorben yang populer dan penggunaannya sangat beragam, misalnya sebagai adsorben zat warna pada pemurnian gula, pengolahan limbah dan bidang kesehatan (Subandrio, 2003).

Arang aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon tinggi, melalui karbonisasi pada suhu tinggi tanpa oksigen (Miranti, 2012). Arang aktif adalah arang hasil karbonisasi yang di aktivasi secara fisika atau kimia atau gabungan keduanya. Arang aktif mempunyai kadar karbon berkisar 65-95% dan luas permukaan dapat mencapai

300-3500 m^2/g (SNI,1995, Chand *et al.*, 2005). Aktivasi arang secara fisika dilakukan dengan cara mengalirkan uap air atau CO_2 , atau gas N_2 pada suhu $900^\circ C$ selama periode waktu tertentu. (Jamiatun *et al.*,2014) . Aktivasi kimia dilakukan dengan merendam arang ke dalam *activator* bahan kimia seperti HCl, HNO_3 , $Ca(OH)_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, NaCl, KOH, H_3PO_4 , $Ca_3(PO_4)_2$ dan $ZnCl_2$ (Li *et al.*, 2008). Srinivasakannan dan Bahar, (2004), melaporkan bahwa activator H_3PO_4 lebih banyak digunakan untuk mengaktivasi bahan yang mengandung lignoselulosa, termasuk bambu. Suhu, lamanya aktivasi dan juga jenis activator yang digunakan berpengaruh terhadap kualitas arang aktif yang dihasilkan (Ip *et. al.*, 2008).

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan arang aktif dari bambu apus (tiang tali) asal Bali dengan activator H_3PO_4 . Pemilihan asam fosfat, karena merupakan asam lemah dan dianggap tidak mempengaruhi struktur kristal arang aktif. Untuk mendapatkan hasil terbaik, dilakukan optimasi terhadap suhu karbonisasi/ karbonisasi, konsentrasi H_3PO_4 dan waktu karbonisasi. Selain itu, juga diperiksa gugus fungsi yang terdapat pada arang aktif menggunakan spektrofotometer FTIR.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah limbah batang bambu apus/tali dari Desa Pempatan, Rendang , Karang asem, Bali. H_3PO_4 , aquades, larutan Iodin (I_2), $Na_2S_2O_3$, amilum, metilen biru.

Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah neraca analitik, ayakan 212 mesh, cawan porselin, kaca arloji, oven, desikator, kertas saring Whatman no.40, pemanas, pengaduk magnet, pH universal, buret, peralatan gelas, stopwatch, UV-1800 dan Spektrofotometer Shimadzu FT-IR Prestige-1,Tanur.

Cara Kerja

Preparasi sampel

Limbah batang bambu di potong kecil-kecil ,dicuci dengan air mengalir, dicacah dan dihaluskan, dicuci kembali kemudian

dikeringkan dalam oven pada suhu $105^\circ C$ hingga bobotnya konstan.

Optimasi suhu karbonisasi/karbonisasi

Sebanyak 50 gram sampel kering dengan kode (Ao) dimasukkan dalam cawan lalu dipanaskan dengan variasi suhu 300, 400, 500, 600, dan $700^\circ C$, selama 1 Jam. Masing-masing sampel didinginkan, ditimbang hingga bobotnya konstan, kemudian ditentukan rendemen dan kadar karbon masing-masing. Suhu optimum yang digunakan selanjutnya adalah suhu yang menghasilkan arang yang memberikan kadar karbon tertinggi, dan memenuhi standar SNI-1995.

Optimasi waktu karbonisasi

Setelah didapatkan suhu optimum, selanjutnya dilakukan karbonisasi dengan berbagai waktu yaitu 1; 1,5 ; 2; 2,5 dan 3 jam. Selanjutnya hasil karbonisasi dikarakterisasi dan hasilnya dibandingkan dengan SNI-1995.

Aktivasi Arang

Arang yang terbentuk dengan kualitas terbaik,dihaluskan dan diayak dengan ayakan 212 mesh. Arang yang lolos digunakan untuk selanjutnya. Arang dibagi menjadi dua bagian yaitu sampel dengan kode (B_o) untuk arang tanpa aktivasi dan (B_A) untuk arang yang diaktivasi. Sampel (B_o) sebanyak 1 gram hanya dipanaskan pada suhu $900^\circ C$ (ABAF) selama 15 menit, sebagai pembanding. Sampel B_A diaktifkan dengan H_3PO_4 . Sebanyak 1 gram sampel B_A ditimbang, masing-masing dimasukkan ke dalam 5 gelas kimia, kemudian ditambahkan 100 mL H_3PO_4 dengan kadar yang bervariasi yaitu 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%, dibiarkan selama 24 jam. Kemudian disaring dan dibilas dengan aquades hingga pH netral. Arang aktif tersebut dipanaskan pada suhu $900^\circ C$ selama 15 menit, disebut ABAKF, didinginkan dan ditimbang. Rendemen dan parameter kualitas arang aktif lainnya dibandingkan dengan SNI-1995. Jumlah asam fosfat optimum adalah volume dan konsentrasi asam fosfat yang memberikan karakteristik yang memenuhi standar SNI.

Karakterisasi Arang Aktif

Prosedur analisis yang digunakan adalah mengacu pada SNI-06-37370-1995tentang arang aktif teknis yakni:

Kadar air

Ditimbang masing-masing sebanyak 1 gram B_o (ABAF) dan B_A (ABAKF) dalam cawan porselin lalu dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C sampai diperoleh bobot konstan, dinginkan, ditimbang hingga bobot konstan . Kadar air (KA) dihitung dengan persamaan berikut;

$$KA(\%) = \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

a= berat karbon mula-mula (gram)
b.= berat karbon setelah pemanasan(gram).

Kadar zat mudah menguap

Sebanyak 4 gram arang (B_o) dan arang teraktifasi (B_A) dipanaskan 800°C selama 15 menit, didinginkan dalam desikator selanjutnya ditimbang. Kadar zat yang mudah menguap (KZMM) dihitung dengan persamaan;

$$KZMM(\%) = \frac{(a-b)}{b} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

a= berat karbon mula-mula (gram)
b.= berat karbon setelah pemanasan(gram).

Kadar abu total

Sebanyak 1 gram arang B_o dan teraktifasi B_A dimasukkan ke dalam cawan, dipanaskan pada suhu 105°C, hingga berat konstan selanjutnya dipanaskan dalam tanur pada suhu 650°C selama 6 jam, hingga terbentuk abu, didinginkan dalam desikator, ditimbang, maka kadar abu total (KAT) dapat dihitung;

$$KAT(\%) = \frac{(massa\ abu)}{(massa\ arang)} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Kadar karbon

Kadar karbon (KK) dihitung dengan persamaan:

$$KK(\%) = 100\% - (KA + KZMM + KAT) \dots\dots\dots (4)$$

Adsorpsi Iodin

Ditimbang sebanyak 0,25 gram arang (B_o) dan arang teraktifasi (B_A) lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditambahkan 25 mL larutan iodin 0,10 N, diaduk selama 15 menit pada suhu kamar. Kemudian campuran disentrifugasi sampai terbentuk dua lapisan. 10 mL supernatan

dipipet, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Larutan dititrasikan dengan larutan natrium tiosulfat menggunakan indikator amilum 1%, hingga warna biru hilang.

Adsorpsi metilen biru

Ditimbang sebanyak 1 gram arang B_o dan B_A ditambahkan ke dalam 200 mL larutan metilen biru 1000 ppm. Campuran diaduk dengan pengaduk magnet selama 10, 20, 40, 60 dan 90 menit. Larutan disaring dengan kertas saring Whatman 40, filtratnya diukur absorbansinya dengan UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Konsentrasi metilen biru yang tersisa dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi, Selanjutnya jumlah metilen biru yang teradsorpsi dapat dihitung.

Analisis Gugus Fungsi

Arang B_o dan Arang B_A ditentukan gugus fungsinya menggunakan FTIR. Sampel arang dicampur dengan serbuk KBr digerus hingga homogen, lalu direkam spektrumnya. Hal yang sama diperlakukan untuk arang B_A . Hasil spektrum lalu dibandingkan dengan literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

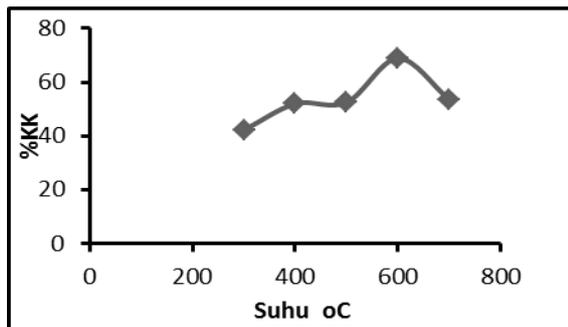
Suhu dan waktu optimum Karbonisasi

Pemotongan bambu menjadi bagian – bagian kecil dimaksudkan untuk memudahkan proses karbonisasi. Tampilan sampel sebelum dan sesudah karbonisasi berbeda. Sebelum karbonisasi warna kuning, (a) dan setelah karbonisasi menjadi hitam mengkilap (b).



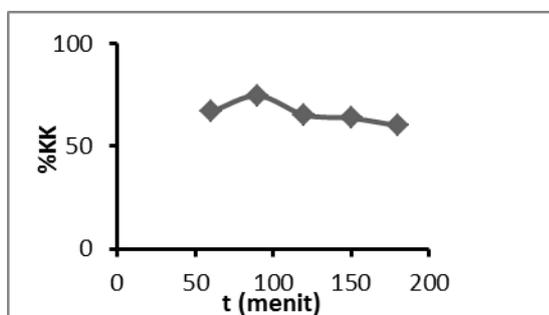
(a) awal (b) akhir

Hasil karakterisasi terhadap arang yang dihasilkan pada proses pemanasan dari suhu 300°C hingga 700°C, menunjukkan bahwa suhu optimum karbonisasi adalah 600°C karena dengan suhu ini dihasilkan arang yang memenuhi standar SNI-95, dengan rendemen 20,46% dan kadar karbon (KK) sebesar 68,87% (Gambar 1, Tabel 1 berikut).



Gambar 1. Hubungan Kadar Karbon dengan suhu karbonisasi

Pada suhu yang lebih rendah, misalnya 400°C dan 500°C kadar karbon (KK) lebih rendah yaitu sekitar 52 %, dan pengotornya masih cukup tinggi yaitu sekitar 40% (Tabel 1.). Hal ini menunjukkan bahwa suhu tersebut belum cukup untuk melepaskan zat yang mudah menguap seperti tar, asam asetat, lignin (Jankowska, *et al.*, 1991). Sedangkan waktu optimum karbonisasi pada suhu 600°C adalah 90 menit. Pemilihan kondisi ini didasarkan pada kadar karbon tertinggi dan syarat parameter SNI lainnya. Pada kondisi ini diperoleh rendemen sebanyak 18,92%. Tinggi rendahnya rendemen karbon, dipengaruhi oleh suhu dan jenis bahan serta proses yang terjadi selama perlakuan.



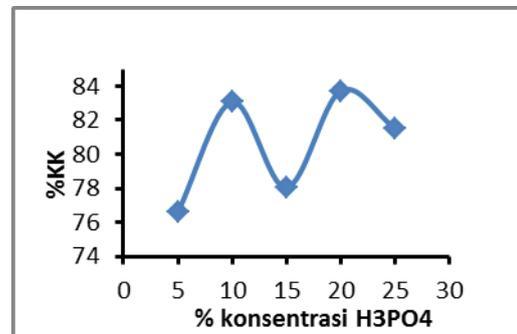
Gambar 2. Hubungan kadar karbon dengan waktu

Jika terjadi kontak dengan oksigen maka karbon akan berubah menjadi CO_2 akibatnya rendemen kadar karbon menurun, tetapi tingkat kemurnian karbon aktif naik (Yue *et al.*, 2003).

Aktivasi arang

Arang Bo hanya diberikan pemanasan pada suhu tinggi yaitu 900°C, selama 1jam dalam tanur. Sedangkan arang B_A direndam dalam H_3PO_4 dengan konsentrasi yang bervariasi dari 5 hingga 25%, selama 24 jam, kemudian dipanaskan dalam tanur sama seperti

arang Bo. Aktivasi terhadap 1 gram arang dengan 100 mL H_3PO_4 , 20% arang dengan kadar karbon tertinggi yaitu 83,73% dan rendemen sebesar 22,38% (Gambar 3, Tabel.3).



Gambar 3. Hubungan kadar karbon dengan persentasi asam H_3PO_4

Karakterisasi Arang aktif

Hasil karakterisasi terhadap arang aktif (ABAKF) adalah sebagai berikut: kadar air rata-rata sebesar $1,11 \pm 0,83\%$, kadar zat mudah menguap adalah $8,13 \pm 0,27\%$, kadar abu total) sebesar $7,33 \pm 1,35\%$, kadar karbon $83,40 \pm 0,27\%$, daya serap terhadap iodin yaitu 1075 mg/g dan daya serap terhadap metilen biru 472,88 mg/g. Hal yang sama dilakukan untuk Bo (ABAF) dengan karakteristik sebagai berikut: kadar air sebesar 2,67 %; kadar zat mudah menguap sebesar 13,56%, kadar abu total 12,88%, kadar karbon sebesar 70,89%, daya serap terhadap iodin dan metilen biru berturut-turut sebesar 1006,7 mg/g dan 382,38 mg/g. Dari karakteristik arang ABAF dan ABAKF terlihat dengan jelas bahwa proses aktivasi kimia lebih baik dibandingkan aktivasi fisika. Aktivator asam fosfat diduga mampu melarutkan pengotor tar, lignin, asam organik, oksida logam yang menutupi pori dan permukaan arang bambu (AB), sehingga mempunyai luas permukaan yang lebih besar. Hal ini ditandai dengan daya adsorpsi yang lebih besar terhadap Iodin dan metilen biru (Ni Putu Tejawati, *et al.*, 2017 dan Jamilatun, *et al.*, 2014). Berdasarkan SNI-06-37370-1995 tentang arang aktif teknis, dapat dikatakan bahwa arang aktif yang dihasilkan baik aktivasi Fisika (ABAF) dan ABAKF telah memenuhi kriteria arang aktif. Dari hasil spektroskopi FTIR terlihat bahwa baik ABAF dan ABAKF memiliki gugus fungsi yang sama yaitu cincin aromatik, karbonil, hidroksi dan

eter, namun pada arang teraktivasi asam fosfat terlihat lebih tajam.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan;

1. Bambu apus (*Gigantochloa apus*) dapat dijadikan arang aktif dengan aktivator H_3PO_4 .
2. Kondisi optimum pembuatan arang aktif yaitu suhu karbonisasi $600^\circ C$, selama 90 menit dan jumlah asam fosfat yang dibutuhkan adalah 20 gram untuk setiap gram arang atau 100 mL asam forfat 20%.
3. Karakteristik arang aktif yang dihasilkan yang teraktivasi fisika (ABAF) dan Kimia fisika (ABAKF) lebih baik dari SNI-06-3730-1995 untuk arang aktif teknis, untuk semua parameter.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih banyak pada staf Lab.Bersama FMIPA Universitas Udayana yang telah membantu kelancaran analisis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional,1995., *Arang aktif teknis*,BSN,Jakarta.
- Chand, B.,Roop, and Meenakshi Goyal, 2005., *Activated Carbon Adsorption*, Taylor and Francis, Singapore.
- Ip, A.W.M., Barford, J.P., McKay, G., 2008, Production and Comparison of High Surface Area Bamboo Derived Active Carbons. *Bioresources Technol.*9 9 (18): 8909-8916.
- Jamilatun, S., Isparulita, D.I., Putri, E.N., 2014, karakteristik arang aktif dari temprung kelapa dengan pengaktivasi H_2SO_4 , variasi suhu dan waktu. *Simposium Nasional Teknologi Terapan*, 2; 31-38.
- Jankowska, H., Swiatkowski, A., dan Choma, J., 1991, *Active Carbon*, Horwood, London.
- Li, W., Zhang, L. B., Peng, J. H., Li, N., Zhu, X. Y., 2008, Preparation of High Surface area Activated Carbons from Tobacco

stems with K_2CO_3 activation using Microwave Radiation, *Ind.Crops Prod.*,27:341-347.

- Miranti, S. T., 2002, Pembuatan Karbon Aktif Dari Bambu Dengan Metode Aktivating Agent H_3PO_4 dan KOH, *Skripsi*, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Departemen Teknik Kimia , Depok.
- Tejawati, N P., Manurung, M. dan Ratnayani, O., 2017, Karakterisasi ArangAktif Komersial serta Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Timbal(II) dan Krom(III), *Jurnal Kimia*,11(2):181-186.
- Srinivasakannan, C., Bakar, M. Z. A., 2004, Pro duction of Activated carbon from Rubber Wood Sawdusti, *Bomass Bioenergy*,27: 89-96.
- Sudibandriyo, M., 2003, A Generalized Ono-Kondo Lattice Model for high Pressure on Carbon Adsorben, *Dissertation*, Oklahoma State University.
- Sudrajat, R. dan Pari, G., 2011, *Arang Aktif*, Teknologi Pengolahan dan Masa Depan nya, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.
- Supriyanto, A., 2001, *Aplikasi Waste water Sludge untuk Proses pengom posan Serbuk Gergaji*. Seminar on-air Biotek nologi untuk Indonesia Abad 21; 1-14. Sinergy Forum, PPI Tokyo Institut Of Technology.
- Wijaya, E. A., 2001, *Identitas Jenis-jenis Bambu di Kepulauan Sunda Kecil*.Bogor Herbarium Bogoriense, Balitbang Botani, Puslitbang Boilogi-LIPI.
- Yue, Z., Economy, J., dan Mangun, C. L., 2003, Preparation of Fibrous porous materials by Chemical Activation, *Carbon*, 41 : 1809-1817.

Tabel 1. Data Penentuan Suhu Optimum Karbonisasi

Suhu (°C)	KA (%)	KZMM (%)	KAT (%)	KK (%)
300	1,5754	52,0000	4,2553	42,1693
400	1,9417	39,8009	6,3157	51,9417
500	1,9047	37,0000	8,6021	52,4932
600	0,9900	22,6932	7,4468	68,8700
700	1,9801	34,5000	10,000	53,5199
SNI	Maks15	Maks 25	Maks10	Min 65

Keterangan : KA = kadar air;
KZMM = kadar zat mudah menguap;
KAT = kadar abu total ;
KK = kadar karbon.

Tabel 2. Data Penentuan Waktu optimum Karbonisasi

Waktu (menit)	KA (%)	KZMM (%)	KAT (%)	KK (%)
60	4,9504	16,2094	11,9565	66,8837
90	2,0000	12,1890	11,1111	74,6999
120	5,0000	16,7082	12,9032	65,3886
150	3,9603	15,9600	16,3043	63,7754
180	4,9019	14,7500	20,2127	60,1354
SNI	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 65

Tabel.3. Data Optimasi Konsentrasi Aktivator H_3PO_4

Konsentrasi (%)	KA (%)	KZMM (%)	KAT (%)	KK (%)
5	3,8834	14,2500	5,2631	76,6035
10	3,3366	8,4788	5,1020	83,0826
15	5,0000	10,4477	6,5217	78,0306
20	2,0000	8,4577	5,8130	83,7284
25	2,9411	9,5000	6,0240	81,5349
SNI	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Min 65

Tabel 4. Karakterisasi Arang Aktif Terbaik

	Awal (%)	I (%)	II (%)	Rerata (%)	SNI
Rendemen	22,3826	22,9508	20,9677	22,10±1,02	-
KA	2	1	0,34	1,11±0,83	Maks 15
KZMM	8,4577	8	7,9610	8,13±0,27	Maks 25
KAT	5,8139	7,7777	8,4210	7,33±1,35	Maks 10
KK	83,7284	83,2223	83,2789	83,40±0,27	Min 65
Absorpsi I ₂ (mg/g)	1057,75	1057,75	1057,75	1057,75	Min 750
Absorpsi metilen biru (mg/g)	472,88	472,88	472,88	472,88	Min120

Tabel 5. Karakteristik Arang Teraktivasi dan Arang Tanpa Aktivasi Asam Fosfat

No	Karakteristik	Arang Bo (AABF)	Arang BA (AABKF)	SNI
1.	%KA	2,6667	1,11	Max 15
2.	% KZMM	13,5630	8,13	Max 25
3.	% KAT	12,8787	7,33	Max 10
4.	% KK	70,8916	83,40	Min 65
5.	Serapan I ₂ (mg/g)	1006,97	1057,75	Min 750
6.	Serapan metilen Blue (mg/g)	382,38	472,88	Min 120
7.	Gugus fungsi	Aromatik, karbonil, eter, hidrokarbon	Aromatik, karbonil, eter, hidrokarbon	