

.....
**EFFECTIVENESS OF ACTIVATED BAMBOO CHARCOAL TO REDUCE TSS AND
NEUTRALIZE PH OF WASTE WATER IN KOLAM PENGENDAPAN LUMPUR (KPL)
OF PT. BUKIT ASAM PELABUHAN TARAHAH LAMPUNG**

By

**Oktaf Rina^{1*}, Yatim Rahayu Widodo², Murni Fitria³, Anggi Saputra⁴, Rahmat
Hidayat⁵, Ajis Purnomo⁶, Taty Silvia⁷, Aang Haryadi⁸, Syahdilla Anggiva Akhni⁹**

^{1,2,3,4,5}Politeknik Negeri Lampung

^{6,7}PT. Bukit Asam Tbk

⁸PT. Hanan Alam Utama

⁹Pascasarjana Polinela

Email: ^{1*}oktafrina@polinela.ac.id

Abstract

Water Treatment at PT Bukit Asam Pelabuhan Tarahan Lampung has carried out a waste treatment process in the Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) which aims to purify or neutralize contaminated raw water into water that is categorized as clean according to quality standards. Bamboo charcoal was composed of carbon atoms which are known to have a high active surface area where it will increase along with the activation process. Activation of carbon can also be done by a combination of chemical and physical methods. In this study, the sorption capacity of activated bamboo charcoal was tested. ABT activity test on waste was carried out by batch method. In this method, ABT was put into an erlenmeyer flask containing liquid waste with a ratio of 1:50 (w/v). The mixture was then homogenized with a shaker at 150 rpm with a variation of soaking time of 10, 20, 30, 40, 50, and 60 minutes. The results concluded that the use of activated bamboo charcoal can reduce TSS to 15 mg/L and pH to 7.5. The use of activated bamboo charcoal can be recommended as a replacement component for alum in sewage treatment

Keywords: Water Treatment, Arang Bambu, Aktivasi, TSS

PENDAHULUAN

PT. Bukit Asam (PT. BA) Pelabuhan Tarahan Lampung merupakan industri berbasis bahan mineral yang memiliki lingkup kegiatan mengolah tambang batubara sehingga terjadi peningkatan kadar bauksit melalui proses pencucian. Untuk mendukung hal tersebut, dibangun *washing plant*, sebagai sarana proses pencucian, dan *sedimen pond* untuk memisahkan dari material pengotornya dalam upaya meningkatkan kualitas batu bara, sebagai sarana sumber air serta pengelolaan limbah (Kiswanto *et al.*, 2018).

Pengolahan air limbah menjadi hal yang penting untuk tetap menjaga alam dari pencemaran air yang diakibatkan oleh residu pengolahan batubara baik di hulu maupun hilir (Arifin *et al.*, 2019). Berbagai metode telah

banyak dilakukan untuk menangani air limbah, koagulasi, flokulasi, filtration, desinfeksi (Sabah *et al.*, 2014), adsorpsi (Olaimaji *et al.*, 2021), serta juga dapat berupa kombinasi dari berbagai teknik tersebut (Bu *et al.*, 2019). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 34 tahun 2009 tentang Baku Mutu Limbah Air, Kegiatan Pertambangan Bauksit wajib memenuhi kadar baku mutu pH di rentang 6-9 dan maksimum kadar *Total Suspended Solid* (TSS) 200 mg/L. Namun masalah yang sering terjadi pada *washing plant* adalah air yang mengalami kekeruhan disebabkan oleh lumpur yang terbawa serpihan batu bara, hingga kikisan tanah pada saat musim hujan sehingga menyebabkan kadar TSS naik melebihi 200 mg/L. Selain itu, kadar baku mutu pH air yang naik melebihi batas juga

menjadi salah satu masalah pada washing plant (Said, 2014). Bahan kimia yang banyak digunakan dalam proses pengolahan limbah cair adalah batu kapur, kapur tohor dan tawas. Penggunaan bahan kimia yang tidak berdosisi akan menyebabkan terjadinya cemaran bahan kimia ke lingkungan.

Arang atau juga dikenal sebagai material karbon telah banyak dilaporkan dapat digunakan dalam pengolahan air limbah. Arang biasanya terbuat dari hasil karbonisasi senyawa-senyawa yang banyak mengandung atom C, salah satunya dari kayu dan bambu. Arang bambu tersusun atas atom-atom karbon yang terkenal memiliki luas permukaan aktif yang tinggi dimana luas area permukaan ini akan meningkat seiring dengan adanya proses aktivasi. Proses aktivasi arang bambu dapat menggunakan pendekatan terhadap aktivasi pada karbon aktif. Aktivasi terhadap karbon dapat dilakukan secara kimia maupun fisika.

Proses aktivasi terhadap karbon juga dapat dilakukan dengan kombinasi metode kimia dan fisika. Pembuatan arang bambu telah dilakukan oleh PT. Hanan Alam Utama sebagai binaan CSR PT. BA Pelabuhan Tarahan Lampung dengan cara membakar batang bambu menggunakan furnace pada suhu 700 °C selama 1 jam. Arang bambu telah banyak memiliki fungsi baik secara teknis sebagai bahan bakar, matrik media pertumbuhan tanaman maupun sebagai penjernih air. Namun perlu dilakukan pengujian secara tuntas untuk menganalisis efektivitas arang bambu sebagai adsorben komponen limbah di Kolam Pengendapan Lumpur (KPL). Hal ini akan mendukung upaya pemanfaatan bahan alami sebagai komponen pengolah limbah yang ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Arang bambu dari PT. Hanan Alam Utama (binaan CSR PT. Bukit Asam Pelabuhan Tarahan) dikeringkan dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada

arang bambu. Arang bambu dikeringkan dengan menggunakan bantuan *aging oven universal*. Kemudian digiling menggunakan mesin *grinder* dan diayak dengan ayakan 10 mesh (Sabah, 2014).

Aktivasi arang bambu (AB)

Proses aktivasi arang bambu dilakukan dengan kombinasi metode fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan pemanasan AB pada suhu 700 °C selama 1 jam dalam tanur. Proses aktivasi dilanjutkan secara kimia dengan perendaman 45 g AB dalam 70 mL larutan H₃PO₄ 10% selama 24 jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring dan dicuci menggunakan air destilat hingga pH netral. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam dan didinginkan.

Pengujian Daya Sorpsi Arang Bambu Teraktivasi (ABT) pada Limbah

Uji aktivitas ABT pada limbah dilakukan dengan metode *batch*. Pada metode ini ABT dimasukkan kedalam labu erlenmeyer yang berisi limbah cair dengan rasio 1:50 (w/v). Campuran kemudian *dishaker* dengan kecepatan 150 rpm dengan variasi waktu perendaman 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Selanjutnya, campuran didiamkan sejenak lalu limbah cair dipisahkan dari ABT dengan cara dekantasi untuk selanjutnya dilakukan uji kekeruhan (TSS), pH, kadar logam Fe dan Mn.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi arang bambu (AB) dilakukan untuk mengetahui sifat dari AB baik sebelum diaktivasi dan setelah diaktivasi. Aktivasi dilakukan dengan metode kombinasi antara teknik fisik dan kimia dimana aktivasi fisik dilakukan dengan metode pemanasan menggunakan *furnace* atau tanur listrik pada suhu 700 °C selama 1 jam (Munasir *et al.*, 2012). Material AB yang diaktivasi merupakan serbuk AB yang telah digiling dan disaring dengan ukuran 10 mesh. Diagram alur proses aktivasi AB ditampilkan pada Gambar 1. Perlakuan aktivasi terhadap serbuk arang

bambu akan mempengaruhi sifat dan karakteristik adsorben yang dihasilkan (Hata *et al.*, 2018; Ismail *et al.*, 2022).

Pengujian daya sorpsi arang bambu teraktivasi dilakukan dengan mensimulasikan penggunaan arang bambu sebagai bahan pengolah limbah cair di Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) di PT. Bukit Asam Tarahan Pelabuhan Lampung. Sampel limbah di KPL diambil pada hari Kamis, 28 September 2022 pukul 10.00 WIB dengan prinsip teknik sampling limbah cair. Pengaruh variasi waktu kontak ABT dengan air limbah terhadap nilai pH ditampilkan pada Tabel 1. Pada awalnya, sampel air limbah memiliki pH 6,6 kemudian pH naik menjadi 7,4 setelah adanya interaksi dengan ABT selama 10 menit.



Gambar 1. Diagram alur proses preparasi dan aktivasi arang bambu (AB)

Material ABT digunakan dalam penanganan air limbah limpasan batubara di PT. Bukit Asam Pelabuhan Tarahan. Pengujian dilakukan skala laboratorium dengan menginteraksikan ABT dengan air limbah kemudian diukur parameter TSS dan pH yang merupakan baku mutu parameter fisika air limbah industri batubara. Kemampuan sifat

adsorpsi dari serbuk arang bambu dibandingkan dengan sifat koagulasi dari tawas dan kapur dengan berbagai variasi waktu interaksi (Mistar *et al.*, 2020).

Variasi lama waktu interaksi tidak memiliki pengaruh terhadap nilai pH air limbah yang berarti bahwa ABT bekerja cepat dalam menstabilkan pH air limbah. ABT memiliki gugus fungsi oksigen yang dapat berinteraksi dengan gugus asam dalam limbah baik H^+ ataupun kation. Pengikatan gugus asam pada ABT mengakibatkan keberadaan donor asam hilang sehingga pH meningkat. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa ABT dapat berperan dalam menstabilkan pH yang selama ini penanganan di KPL PT.BA menggunakan kapur tohor yang apabila digunakan secara terus menerus dapat terakumulasi sehingga membahayakan bagi lingkungan. Kemudian, kinerja ABT dievaluasi dengan adanya penambahan tawas pada berbagai konsentrasi yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Pengaruh variasi waktu kontak arang bambu teraktivasi (ABT) terhadap perubahan pH limbah

Sampel	Pengukuran pH			pH rata-rata
	1	2	3	
Awal	6,5	6,7	6,7	6,6
ABT10	7,5	7,4	7,4	7,4
ABT20	7,4	7,5	7,5	7,5
ABT30	7,4	7,4	7,5	7,4
ABT40	7,6	7,6	7,5	7,6
ABT50	7,5	7,5	7,4	7,5
ABT60	7,5	7,5	7,6	7,5

Tabel 2. Pengaruh variasi penambahan tawas pada ABT terhadap nilai pH

Perlakuan	Pengukuran pH			pH rata-rata
	1	2	3	
ABT-Tawas 0,1%	7,5	7,4	7,5	7,5
ABT-Tawas 0,2%	7,3	7,3	7,3	7,3

ABT-Tawas 0,3%	7,0	7,0	7,0	7,0
ABT-Tawas 0,4%	6,7	6,5	6,6	6,6
ABT-Tawas 0,5%	6,2	6,1	6,2	6,2
Tawas	3,7	3,7	3,7	3,7
Tawas-Kapur	10,5	10,5	10,5	10,5

Tabel 2 menunjukkan perbandingan variasi penambahan tawas pada ABT dari 0,1 – 0,5%. Semakin banyak tawas yang ditambahkan maka pH air limbah cenderung menurun. Akan tetapi sampai penambahan tawas 0,5%, nilai pH masih dalam rentang baku mutu pH (6-9). Jika dibandingkan dengan kondisi pH setelah penambahan tawas, maka kondisi pH cenderung turun signifikan hingga pH 3,7. Sedangkan jika menggunakan tawas-kapur seperti pengolahan yang selama ini dilakukan maka pH cenderung naik hingga 10,5 dimana keduanya berada diluar rentang baku mutu. Hal ini mengindikasikan bahwa arang bambu dapat bekerja menstabilkan pH air limbah.

Selama ini proses pengolahan limbah cair membutuhkan kapur tohor untuk menstabilkan pH. Untuk itulah dicari alternatif bahan pengganti yang berasal dari sumber bahan yang melimpah dan lebih ramah lingkungan seperti arang aktif dari bambu yang bersifat alami dan ramah terhadap lingkungan.

Parameter mutu limbah yang mengindikasikan kekeruhan limbah adalah zat padat tersuspensi (TSS). TSS ini merupakan parameter yang dapat dilihat secara kasat mata karena semakin tinggi TSS biasanya air limbah secara penampakan juga semakin keruh. Variasi dilakukan terhadap interaksi waktu kontak antara arang bambu dan air limbah yaitu 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Rincian nilai TSS pada air limbah setelah perlakuan ABT ditampilkan pada Tabel 3 dimana TSS

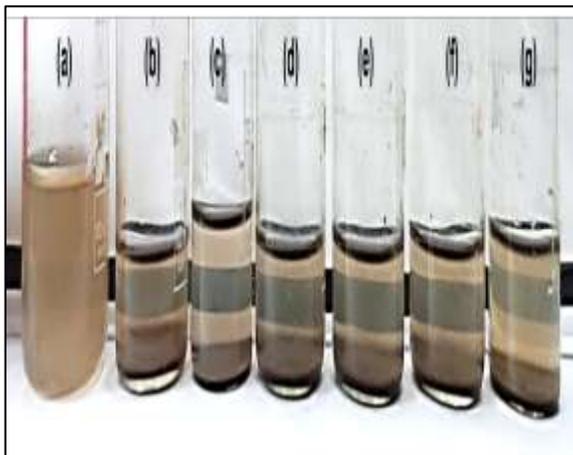
mengalami penurunan jika dibandingkan dengan air limbah tanpa adanya perlakuan.

Tabel 3. Pengaruh variasi waktu kontak arang bambu teraktivasi (ABT) terhadap nilai TSS limbah

Sampel	Nilai TSS (mg/L)
Awal	815
ABT 10	965
ABT 20	950
ABT 30	925
ABT 40	915
ABT 50	840
ABT 60	800

Penurunan TSS paling besar terjadi setelah waktu kontak 60 menit. Arang bambu ini dapat berperan dalam menurunkan TSS dengan mekanisme yang mirip dengan penstabilan pH. Situs aktif pada permukaan arang bambu akan mengikat kation dan anion dalam air limbah sehingga dapat bersifat koagulan (Sherugar *et al.*, 2022).

Dari hasil pengukuran TSS penambahan tawas 0,3% menghasilkan nilai TSS yang relatif paling kecil dan masuk ambang batas baku mutu (400 mg/L). Arang bambu memiliki kemampuan yang baik dalam menurunkan TSS tetapi membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dimana hal ini dapat terlihat pada Gambar 2. Jika dibandingkan dengan air limbah tanpa perlakuan yang sudah didiamkan selama 14 hari maka air limbah setelah perlakuan arang bambu memiliki kondisi yang lebih jernih. Terbukti dari indikator benda berwarna hitam pada bagian belakang air limbah, akan tampak pada air limbah perlakuan dan buram tidak jelas pada air limbah (tanpa perlakuan).



Gambar 2. Kondisi larutan air limbah setelah didiamkan 4 hari (a) tanpa perlakuan dan setelah perlakuan menggunakan arang bambu interaksi selama (b) 10, (c) 20, (d) 30, (e) 40, (f) 50, (g) 60 menit

Berdasarkan hasil studi ini, arang bambu berpotensi kuat untuk menghadirkan pengolahan air limbah berbasis *green chemistry*. Penggunaan arang bambu tidak memiliki dampak negatif jika digunakan secara berlebihan karena hanya melepas unsur karbon yang dapat didaur ulang melalui siklus karbon (Munasir, *et al.* 2012).

KESIMPULAN

Berdasarkan karakteristik dan hasil uji daya sorpsi arang bambu teraktivasi dengan air limbah di Kolam Pengendapan Lumpur di PT. BA Pelabuhan Tarahan Lampung maka dapat diambil kesimpulan bahwa arang bambu teraktivasi memiliki daya sorpsi yang efektif untuk menurunkan parameter mutu limbah seperti TSS dan pH. Penggunaan arang bambu teraktivasi dapat menurunkan TSS sampai 15 mg/L dan pH menjadi 7,5. Penggunaan arang bambu teraktivasi dapat direkomendasikan sebagai komponen pengganti tawas pengolahan limbah.

Namun perlu kajian lebih lanjut tentang penerapan arang bambu di KPL yang memerlukan dimensi khusus dari alat penyaring limbah di KPL PT. BA Pelabuhan Tarahan serta kajian lanjutan terutama tentang faktor-faktor

yang akan mempengaruhi daya penyerapan arang bambu terhadap komponen limbah.

Ucapan Terimakasih

Segala hasil yang telah dicapai dalam penelitian ini telah didukung oleh PT. Bukit Asam Pelabuhan Tarahan Lampung melalui kerjasama dengan Politeknik Negeri Lampung. Untuk itu diucapkan terimakasih kepada CSR PT.BA Pelabuhan Tarahan Lampung dan Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, U. R. S., Jadid, M. M. E., Widiono, B., (2019). Pengolahan limbah air asam tambang emas dengan proses netralisasi koagulasi flokulasi, *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 5, no. 2, p 112-120.
- [2] Bu, F., Gao, B., Yue, Q., Liu, G., Wang, W., Shen, X., (2019), The combination of coagulation and adsorption controlling ultra-filtration membrane fouling in water treatment, *Water*, vol. 11, no. 90, p 1-13.
- [3] Hata, M., Amano, Y., Thiravetyan, P., Machida, M., (2018), Preparation of Bamboo Chars and Bamboo Activated Carbons to Remove Color and COD from Ink Wastewater, *Water Environ. Res.*, vol. 88, no. 1, p 87-96.
- [4] Ismail, I. S., Rashidi, N. A., Yusup, S., (2022), Production and characterization of bamboo-based activated carbon through single-step H_3PO_4 activation for CO_2 capture, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 29, p 12434–12440.
- [5] Kiswanto, Susanto, H., Sudarno, (2018), Karakteristik air tambang batubara di kolam bekas tambang batubara PT. Bukit Asam (PTBA), Seminar dan Konferensi Nasional IDEC.
- [6] Munasir, M., Triwikantoro, T., Zainuri, M., Darminto, D., (2012), Uji XRD Dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan Dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas

- (CaCO₃ dan SiO₂), *J. Penelit. Fis. Dan Apl*, vol. 2, no. 1, p 20–29.
- [7] Oladimeji, T. E., Odunoye, B. O., Elehinafe, F. B., Oyinlola, Obanla, R., Olayemi, Odunlami, A., (2021), Production of activated carbon from sawdust and its efficiency in the treatment of sewage water, *Heliyon*, vol. 7, no. e05960, p 1-6.
- [8] Sabah, Badr, A., Ghazy, M. M., Fathy, N. A., Moghazy, R. M., (2014) Effectiveness of activated carbon prepared from sawdust as natural coagulant aid for Nile water algal removal, *Int. J. Environ.*, vol. 3, p 184-191.
- [9] Said, N. S., (2014) Teknologi pengolahan air asam tambang batubara “alternatif pemilihan teknologi”, *Journal Air Indonesia*, vol. 7, no. 2, p 119-138.
- [10] Sherugar, P., Padaki, M., Naik, N. S., George S. D., Murthy, D. H. K., (2022), Biomass-derived versatile activated carbon removes both heavy metals and dye molecules from wastewater with near-unity efficiency: Mechanism and kinetics, *Chemosphere*, vol. 287, no. 132085, p 1-12.