

Pemanfaatan Biochar Dari Sabut Siwalan Sebagai Adsorben Larutan Cu

Dinda Syafitra*, Tefan Gilang Maulana Yusuf, Lucky Indrati Utami, Kindriari Nurma Wahyusi

Program Studi Teknik Kimia -Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60294, Indonesia
*)corresponding author: dindasyafitra9@gmail.com

Received 17 Februari 2020; Accepted 30 Juni 2020; Available online 31 Juli 2020

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan biochar dari kulit siwalan sebagai adsorben, dan pengaruh waktu terhadap kemampuan adsorpsi Cu. Adsorben yang digunakan adalah kulit siwalan yang diambil dari Kota Blitar. Kandungan silika di dalam kulit siwalan dapat berubah menjadi karbon jika dibakar. Kulit siwalan yang telah dihaluskan dibakar di dalam furnace pada suhu 100°C selama 1jam, dan dilakukan aktivasi dalam larutan HCl untuk menjadi adsorben. Studi pengaruh penambahan adsorben biochar sabut siwalan terhadap adsorpsi Cu dilakukan dengan variable waktu kontak selama 90; 120; 150; 180; 210menit dan variabel penambahan adsorben 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25gram. Pengujian kadar logam berat dianalisa menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectroscopy). Hasil penelitian menunjukkan bahwa biochar dari kulit siwalan dapat mengadsorpsi larutan Cu yang ditunjukkan bahwa berkurangnya kadar Cu menjadi 20,512ppm dari kadar awal sebesar 35,33ppm. Penelitian tahap kedua menunjukkan variasi waktu interaksi berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi Cu, waktu kontak optimum pada menit ke-120 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 60,488mg/g.

Kata kunci: adsorpsi; biochar; kulit siwalan

Abstract

This research has purpose to know the effect of the use of biochar from siwalan peel as an adsorbent, and the effect of interaction time to adsorption ability of Cu. The adsorbent was taken from Blitar City, the silica content in siwalan peel can be turned into carbon if it burned. Siwalan peel is burned in the furnace at 100 °C for 1 hour, and carried out activation in a solution of HCl to become adsorbent. Determining the effect of adding biochar to Cu adsorption by time variations of 90; 120; 150; 180; 210minutes with the addition of 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25gram adsorbent. Heavy metal content analyzed by using AAS (Atomic Absorption Spectroscopy). The result of this research that biochar from siwalan peel could adsorp Cu which indicated that the reduce levels of Cu became 20,512ppm from the initial level of 35,33ppm. The second step has shown that time variation of interaction affect on adsorption ability of Cu, optimum interaction time at 210minutes with adsorption capacity 60,488mg/g.

Key words: adsorption; biochar; siwalan peel

PENDAHULUAN

Sabut siwalan ditutupi oleh kulit luar buah siwalan. Sabut siwalan memiliki tekstur yang lebih halus dari kebanyakan tumbuhan Palmae yang ada dan paling

banyak mengandung air. Kandungan air yang terdapat dalam sabut siwalan ini jumlahnya akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya umur buah siwalan. Sabut siwalan yang lebih muda memiliki tekstur yang lunak dan berwarna sangat

putih, sedangkan sabut siwalan pada buah siwalan yang berumur tua berwarna putih agak kekuningan.

Tanaman siwalan tumbuh subur di daerah yang banyak mendapatkan sinar matahari, misalnya di daerah pantai. Sampai saat ini pemanfaatan tanaman siwalan hanya terbatas pada buah dan batangnya saja, sedangkan sabut atau kulitnya merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Pada kondisi kering komposisi sabut ini mengandung 89,2% selulosa, 5,4% air, 3,1% karbohidrat, dan 2,3% abu. Karena kandungan selulosa tersebut maka sabut siwalan dapat digunakan sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk menyerap logam-logam berat. Selulosa merupakan komponen penting untuk proses adsorpsi[1]

Biochar disebut juga arang hayati. Dalam tanah, biochar menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah, tetapi tidak dapat dikonsumsi mikroba seperti bahan organik lainnya. Dalam jangka panjang, biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen, tetapi dapat menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman. Dalam proses produksi biochar dapat digunakan limbah pertanian atau kehutanan, termasuk potongan kayu, tempurung kelapa, tandan kelapa sawit, tongkol jagung, sekam padi atau kulit biji kacang-kacangan, kulit kayu, sisa usaha perkayuan, dan bahan organik daur ulang lainnya [2].

Biochar merupakan suatu padatan yang berpori mengandung karbon sebanyak 85–95%. Biochar atau arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap biochar ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan penyerapan dapat digunakan lebih tinggi apabila arang hayati tersebut dilakukan aktivasi dengan bahan-bahan kimia dan dengan pembakaran pada temperatur tinggi. Aktivator yang digunakan adalah

bahan-bahan kimia seperti H_2SO_4 , HCl , H_3PO_4 dan $ZnCl$ [3].

Beberapa penelitian tentang pemanfaatan biochar dari kulit siwalan sebagai adsorben telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian Esty Rahmawati dkk (2013), Adsorpsi arang aktif sabut siwalan terhadap ion Pb^{2+} menunjukkan kenaikan yang relatif besar pada waktu interaksi antara 0menit hingga 150menit, setelah diatas 150menit sedikit mengalami penurunan karena desorpsi. Pada waktu interaksi optimum terjadi pada menit ke-150, yang menunjukkan banyaknya ion Pb^{2+} teradsorpsi per gram adsorben arang aktif sabut siwalan dengan nilai Q sebesar 2096,226 μ g/g.

Penelitian Isna Syauqiah (2011) menunjukkan bahwa adsorpsi dengan adsorben arang aktif terjadi penurunan kadar Fe terbesar terlihat pada waktu aduk 60menit di mana parameter Fe yang terkandung dalam sampel adalah 0,24ppm. Hal ini diketahui bahwa semakin lama waktu kontak yang digunakan semakin meningkat penurunan kadar Fe karena proses penyerapan adsorbat lebih baik[4].

Karakteristik karbon aktif sabut siwalan dalam penelitian Rusmini (2015) menunjukkan bahwa kadar air sebesar 3,0622%. Kadar air dari sampel air yang tinggi akan mengurangi daya serap karbon aktif terhadap gas maupun cairan. Sedangkan kadar abu karbon sabut siwalan yang dihasilkan sebesar 9,1429%. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif sabut siwalan yang dihasilkan memenuhi syarat mutu SNI No. 06-3730-95 dimana kadar air harus kurang dari 15% dan kadar abu tidak boleh lebih dari 10%[5].

Penelitian ini bertujuan untuk membuat adsorben dari biochar kulit siwalan. Kemudian melihat pengaruh penambahan adsorben dan lama waktu kontak terhadap kemampuan adsorben dalam menyerap logam Cu.

Karakteristik Adsorben

Adsorben yang paling lazim adalah zat padat yang secara kasar dapat dikarakterisasi sebagai polar. Ini mencakup bahan-bahan anorganik seperti kalsium dan magnesium karbonat, gel silika, dan aluminium oksida, atau bahan-bahan organik seperti sukrosa, amilum, dan selulosa. Adsorben-adsorben seperti itu memperlihatkan afinitas yang tinggi terhadap zat terlarut polar, terutama jika polaritas dari zat terlarut tersebut rendah. Berdasarkan pengalaman dengan sistem-sistem seperti itu, muncul beberapa aturan umum: 1) jika semua faktor lainnya sama, semakin polar suatu senyawa maka semakin kuat senyawa tersebut akan diadsorpsi, 2) jika faktor-faktor lain sama, berat molekul yang besar menyebabkan adsorpsi, 3) semakin polar zat pelarut, semakin besar kecenderungannya untuk mengisi tempat-tempat pada permukaan yang diperebutkan dengan zat terlarut, dan oleh sebab itu zat terlarut akan kurang diadsorpsi.

Penggunaan fasa stasioner polar dengan fasa bergerak yang tidak lebih polar daripada yang dibutuhkan dalam rangka mengelusi zat terlarut polar dalam waktu yang cukup panjang, dianggap sebagai bentuk normal dari kromatografi adsorpsi [6]

Biochar

Biochar disebut juga pyrochar, adalah produk samping padat yang kaya karbon yang diperoleh dari karbonisasi biomassa, seperti kayu, pupuk kandang, atau daun, dipanaskan hingga suhu antara 300°C dan 1000°C di bawah konsentrasi oksigen rendah. Proses ini dikenal sebagai pirolisis, Secara khusus, produksi biochar telah dilaporkan menurun dengan meningkatnya suhu [7].

Metode aktivasi yang umum digunakan adalah aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Aktivasi kimia adalah proses

pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Sedangkan aktivasi fisika merupakan pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap, dan CO₂.

Hasil pembakaran dapat langsung digunakan sebagai ameliorant tanah. Biochar umumnya mempunyai pH basis, KPK, C-organik dan luas permukaan tinggi[8].

Kualitas arang aktif

Berikut ini disajikan beberapa persyaratan kualitas arang aktif[9].

Tabel 1. Standar kualitas arang aktif menurut SII. 0258-79

Uraian	Prasyarat Kualitas
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C, %	Maks. 15
Kadar air, %	Maks. 10
Kadar abu, %	Maks. 2,5
Bagian tidak mengarang, %	Tidak nyata
Daya serap terhadap I ₂ , %	Min. 20

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit siwalan dari Blitar, asam klorida 0,1M, aquadest 2liter, tembaga (II) sulfat 4,5gram.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah furnace, beaker glass, dan magnetic stirer.

Prosedur

Pembuatan Biochar

Kulit siwalan dipotong kecil-kecil lalu dijemur di bawah sinar matahari selama 2hari. Kemudian kulit siwalan dipanaskan menggunakan furnace pada suhu 100°C selama 1jam. Biochar yang

diperoleh selanjutnya ditumbuk sampai halus dan diayak menggunakan ayakan 100mesh untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Selanjutnya biochar diaktivasi dengan HCl 1,5M selama 48jam, lalu dicuci dengan aquadest sampai pH 6-7. Kemudian dioven pada suhu 105°C sampai berat konstan.

Proses Adsorpsi

Limbah cair buatan dibuat dengan melarutkan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 4,5gr ke dalam aquadest 1000ml, diambil sebanyak 50 ml. Masukkan activated carbon ke dalam limbah cair dengan variasi konsentrasi berat 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25gram. Kemudian aduk dengan menggunakan magnetic stirrer dengan variabel waktu pengontakan karbon aktif dalam limbah cair adalah 90; 120; 150; 180; 210menit.

Analisa

Analisa yang digunakan adalah Atomic Adsorption Spektrofotometri (AAS), metode ini digunakan untuk menentukan unsur-unsur dalam suatu sampel atau cuplikan yang berbentuk larutan. Prinsip dari analisa AAS ini didasarkan proses penyerapan energi oleh atom-atom yang berada pada tingkat tenaga dasar (*ground state*). Penyerapan energi tersebut akan mengakibatkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat tenaga yang lebih tinggi (*excited state*). Akibat dari proses penyerapan radiasi tersebut elektron dari atom – atom bebas tereksitasi ini tidak stabil dan akan kembali ke keadaan semula disertai dengan memancarkan energi radiasi dengan panjang gelombang tertentu dan karakteristik untuk setiap unsur[10]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adsorben pada penelitian ini menggunakan biochar dari serabut siwalan, dimana pada pembuatannya dilakukan

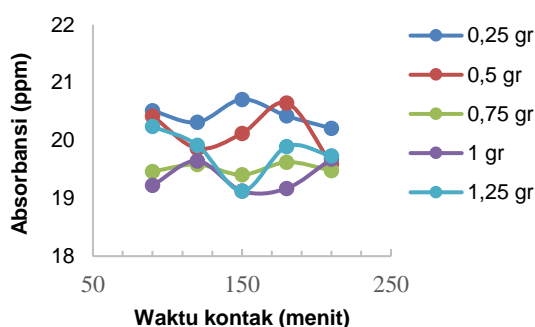
aktivasi fisika dan kimia. Aktivasi fisika dilakukan dengan proses pembakaran serabut siwalan di dalam tungku furnace sampai menjadi karbon. Kemudian dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia, proses ini dilakukan dengan cara merendam karbon hasil aktivasi fisika kedalam larutan HCl 1,5M selama 48jam.

Dari proses pembuatan biochar dari serabut siwalan diperoleh karbon aktif yang digunakan sebagai adsorben logam berat Cu.

1. Pengaruh penambahan jumlah adsorben biochar terhadap daya serap logam cu

Hasil analisa Atomic Adsorption Spektrofotometri (AAS) didapat kadar awal Cu pada limbah cair sebelum ditambahkan adsorben biochar dari serabut siwalan adalah 35,33ppm. Sedangkan hasil Analisa kadar Cu setelah ditambahkan adsorben dari biochar serabut siwalan seperti ditampilkan pada gambar 1.

Gambar 1 dapat terlihat bahwa untuk setiap waktu kontak mengalami penurunan yang signifikan. Pada waktu kontak 90menit diperoleh logam Cu teradsorpsi yang terbaik yaitu pada penambahan



Gambar 1. Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan logam Cu

adsorben sebanyak 1gr, dimana logam Cu yang terkandung dalam larutan sebesar 19,223ppm. Pada penambahan adsorben 1,25gr mengalami kenaikan, dimana logam

Cu yang terkandung dalam larutan sebesar 20,241ppm. Hal ini terjadi karena adsorben mengalami desorpsi atau jenuh, pada waktu tertentu ketika adsorben tersebut sudah jenuh oleh ion-ion logam berat, maka adsorben tersebut tidak mampu mengadsorpsi ion logam berat lagi. Keadaan ini disebut tidak seimbang dan konsentrasi logam berat yang tersisa dalam larutan disebut konsentrasi setimbang [11].

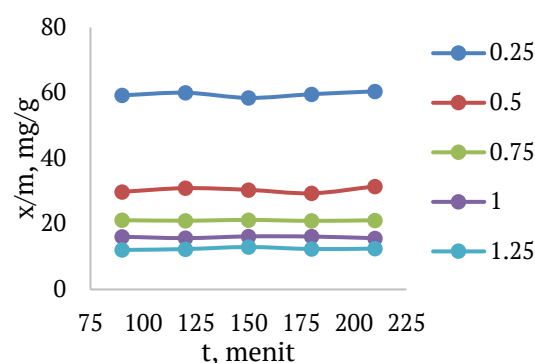
Keadaan diatas juga berlaku pada waktu kontak 120menit dan 150menit, logam Cu teradsorpsi yang terbaik pada penambahan adsorben sebanyak 1gr dengan kandungan cu yang tersisa masing-masing sebesar 19,646ppm dan 19,125ppm, dan ketika penambahan 1,25gr adsorben mengalami keadaan jenuh. Pada waktu kontak 180menit, adsorben telah mengalami keadaan jenuh pada penambahan adsorben 0,5gr. Sedangkan pada waktu kontak 210menit, diperoleh logam Cu teradsorpsi terbaik pada penambahan adsorben 0,75gr dimana logam Cu yang terkandung dalam larutan sebesar 19,481ppm. Besarnya konsentrasi kesetimbangan pada setiap proses adsorpsi tidaklah sama, karena pengadukan yang terus menerus dengan bertambahnya waktu akan meningkatkan reaktivitas ion dan waktu kontak dengan adsorben semakin lama sehingga memberikan kesempatan lebih banyak terbentuk ikatan Cu dengan adsorben [12].

2. Pengaruh waktu terhadap kemampuan adsorpsi larutan Cu

Waktu interaksi yang cukup diperlukan biochar agar dapat mengadsorpsi logam secara optimal. Menurut Rahmawati (2013) semakin lama waktu interaksi, maka semakin banyak logam yang teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel biochar untuk bersinggungan dengan logam. Hal ini menyebabkan semakin banyak logam yang

terikat di dalam pori-pori biochar. Tetapi apabila adsorbennya sudah jenuh, waktu interaksi tidak lagi berpengaruh.

Pengaruh waktu interaksi terhadap kapasitas adsorpsi logam Cu disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh waktu pengontakan terhadap x/m

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa banyaknya logam Cu yang teradsorpsi pada penambahan adsorben 0,25gr dan 0,5gr mengalami kenaikan yang tinggi, tetapi pada penambahan adsorben 0,75gr, 1gr, dan 1,25gr tidak mengalami kenaikan secara signifikan. Sehingga semakin banyak adsorben yang ditambahkan dan lama waktu pengontakan, maka semakin sedikit kadar Cu yang terserap. Penyerapan terbanyak terjadi pada penambahan adsorben, 25gram dan waktu pengontakan selama 210menit dengan hasil 60,488mg/g.

Hal ini berbeda dengan penelitian Yulianis (2017) yang mengatakan bahwa lamanya waktu kontak antara adsorbat dengan adsorben mempengaruhi efisiensi penyerapan. Semakin lama waktu kontak, maka ion Cu^{2+} yang terserap akan semakin meningkat. Penyerapan kurang optimum terjadi pada penambahan adsorben 0,75gram dengan waktu kontak 90menit. Pada keadaan ini kapasitas adsorpsi permukaan karbon aktif telah jenuh, sehingga penyerapan pada waktu kontak diatas 90menit menjadi konstan atau hampir sama.[13]

Karakteristik biochar kulit siwalan

Kadar air

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari biochar. Diperoleh kadar air sebesar 11.22%, di mana tidak memenuhi standar kualitas arang aktif, yakni maksimal 10%. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut, antara lain pada saat pembuatan biochar air yang terkandung masih cukup banyak setelah dioven. Kemudian saat ditimbang ada sedikit biochar yang masih menempel sehingga ketika ditimbang kembali tidak hanya air yang hilang melainkan juga biochar meskipun sedikit sekali. Juga faktor eksternal dari peneliti sendiri yang lupa tidak memasukkan biochar ke dalam desikator dahulu setelah dioven.

Kadar abu

Kadar abu biochar merupakan zat sisa karbonisasi karena tidak hanya karbon yang terkandung dalam biochar melainkan zat-zat lain seperti kalsium, kalium, magnesium, dan natrium. Diperoleh kadar abu sebesar 4,98% di mana cukup jauh dari standar kualitas arang aktif, yakni maksimal 2,5%.

SIMPULAN

Biochar dari kulit siwalan mampu digunakan sebagai adsorben yang ditunjukkan dari penambahan 0,25gr biochar dapat menurunkan kadar Cu menjadi 20,512ppm. Waktu pengontakan optimum pada menit ke-120 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 60,488mg/g.

SARAN

1. Sebaiknya pada proses pembakaran kulit siwalan menggunakan suhu lebih tinggi dan waktu yang lama agar mendapatkan karbon yang sesuai dengan SNI.

2. Penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan aktivasi karbon dengan konsentrasi aktivator semakin besar agar penyerapan Cu semakin besar juga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Nafiah, "Kinetika Adsorpsi Pb (II) dengan Adsorben Arang Aktif dari Sabut Siwalan," *J. Farm. Sains dan Prakt.*, vol. 1, no. 2, pp. 28–35, 2016.
- [2] L. D. Sulistyorini, "Pemanfaatan Kulit Siwalan (*Borassus Flabellifer*) Sebagai Biochar Dengan Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman HCl Pada Proses Aktivasi," *Bioproses Komod. Trop.*, vol. 3, 2015.
- [3] E. Rahmawati and L. Yuanita, "ADSORPSI Pb²⁺ OLEH ARANG AKTIF SABUT SIWALAN (*Borassus flabellifer*)(ADSORPTION OF Pb²⁺ BY SIWALAN FIBER (*Borassus flabellifer*) ACTIVATED CARBON)," *UNESA J. Chem.*, vol. 2, no. 3, 2013.
- [4] I. Syauqiah, M. Amalia, and H. A. Kartini, "Analisis variasi waktu dan kecepatan pengaduk pada proses adsorpsi limbah logam berat dengan arang aktif," *Info-Teknik*, vol. 12, no. 1, pp. 11–20, 2016.
- [5] H. Heriono and R. Rusmini, "Pemanfaatan Sabut Siwalan untuk Pembuatan Karbon Aktif sebagai Adsorben Limbah Pewarna Industri Batik," *Sains Mat.*, vol. 4, no. 1, 2018.
- [6] A. L. Underwood and R. A. Day, "Analisis Kimia Kuantitatif," *Jakarta: Erlangga*, 2002.
- [7] T. K. Ralebitso-Senior and C. H. Orr, *Biochar Application: Essential Soil Microbial Ecology*. Elsevier, 2016.
- [8] L. D. W. I. Sulistyorini, "Pemanfaatan Kulit Siwalan

- (Borassus Flabellifer) Sebagai Biochar Dengan Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman Hcl Pada Proses Aktivasi,” *J. Bioproses Komod. Trop.*, vol. 3, no. 2, pp. 74–80, 2015.
- [9] R. Sudradjat, *Arang aktif: teknologi pengolahan dan masa depannya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2011.
- [10] T. Torowati, A. Asminar, and R. Rahmiati, “Analisis Unsur Pb, Ni Dan Cu Dalam Larutan Uranium Hasil Stripping Efluen Uranium Bidang Bahan Bakar Nuklir,” *Pengelolaan Instal. Nukl.*, vol. 1, no. 02, p. 156696.
- [11] D. A. Ningsih, I. Said, and P. Ningsih, “Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dari Larutannya Dengan Menggunakan Adsorben Dari Tongkol Jagung,” *J. Akad. Kim.*, vol. 5, no. 2, pp. 55–60, 2016.
- [12] F. A. Nurdila, N. S. Asri, and E. Suharyadi, “Adsorpsi Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Buatan Menggunakan Nanopartikel Cobalt Ferrite (CoFe₂O₄)(Halaman 23 sd 27),” *J. Fis. Indones.*, vol. 19, no. 55, 2015.
- [13] Y. Yulianis, M. Mahidin, and S. Muhammad, “Adsorpsi Ion Logam Tembaga Menggunakan Nano Zeolit Alam yang Diaktivasi,” *J. Litbang Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 61–69, 2017.