



Pemanfaatan Arang Aktif Briket Kulit Kopi Sebagai Penurun Kadar Pencemar Pada Air Lindi

Muhammad Badaruddin, Sarno Widodo, Ardani Kartika Sari

Program Studi Teknik Lingkungan, Akademi Teknik Tirta Wiyata, Magelang

E-mail: muhammad.badaruddin@akatirta.ac.id

Diterima 04 Oktober 2023, Direvisi 24 Oktober 2023, Disetujui Publikasi 30 Desember 2023

Abstract

Leachate was a liquid formed due to the inability of waste to hold the external water. Leachate should not be discharged directly into the environment because it contained high pollutants. Pollutant levels in leachate could be reduced by adsorption using activated charcoal coffee skin briquettes. The purpose of this study was to explain the effect of filtering contact time, determine the most effective contact time, and analyze the economic value of activated charcoal coffee skin briquettes. The methodology used was the manufacture of activated coffee skin briquette which was chemically activated using H_3PO_4 . After that, leachate adsorption was done by using contact times of 30, 60, 90, and 120 minutes. The filtered leachate was tested by the laboratory with BOD and COD parameters and then analyzed the effect of the length of contact time adsorption, the effectiveness of activated charcoal coffee skin briquettes to reduce pollutants levels, and analyze the economic value of activated charcoal coffee skin briquettes. The results showed that the initial BOD level was 1.546 mg/L could be decreased at 30, 60, 90, and 120 minutes, each decreased to 1.065 mg/L, 1.059 mg/L, 1.027 mg/L, and 993 mg/L. While the initial COD level was 2.395 mg / L decreased at each time of contact, namely 2.128 mg / L, 2.098 mg / L, 2.056 mg / L, and 1.993 mg / L. Effectiveness of adsorbent in reducing pollutant levels occurred in the 30 minutes. Coffee skin waste as much as 15 kg/day produces 11 kg of activated charcoal coffee skin briquettes with the addition of as much as 1 kg of adhesive material, with the production could benefit Rp.495,000.

Keywords: Leachate, adsorption, activated charcoal

Abstrak

Lindi merupakan cairan yang terbentuk akibat ketidakmampuan sampah menampung air eksternal. Lindi tidak boleh dibuang langsung ke lingkungan karena mengandung bahan pencemar yang tinggi. Kadar pencemar pada lindi dapat diturunkan dengan cara adsorpsi menggunakan arang aktif briket kulit kopi. Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan pengaruh waktu kontak penyaringan, menentukan waktu kontak paling efektif, serta menganalisis nilai ekonomi arang aktif briket kulit kopi. Metodologi yang digunakan yaitu pembuatan arang aktif briket kulit kopi yang diaktivasi kimia menggunakan H_3PO_4 . Selanjutnya, lindi diadsorpsi menggunakan waktu kontak 30, 60, 90, dan 120 menit. Lindi yang terfiltrasi kemudian diuji laboratorium dengan parameter BOD dan COD lalu dianalisis pengaruh lamanya waktu kontak adsorpsi, efektivitas arang aktif briket kulit kopi dalam menurunkan kadar pencemar, serta menganalisis nilai ekonomi arang aktif briket kulit kopi. Hasil penelitian menunjukkan kadar BOD awal sebesar 1.546 mg/L dapat diturunkan pada menit ke 30, 60, 90, dan 120 masing-masing menurun hingga 1.065 mg/L, 1.059 mg/L, 1.027 mg/L, dan 993 mg/L. Sedangkan Kadar awal COD sebesar 2395 mg/L menurun pada setiap waktu kontak yakni masing-masing 2128 mg/L, 2.098 mg/L, 2.056 mg/L, dan 1.993 mg/L. Keefektifan adsorben dalam menurunkan kadar pencemar terjadi pada menit ke-30. Limbah kulit kopi sebanyak 15kg/harinya menghasilkan 11 kg arang aktif briket kulit kopi dengan penambahan sebanyak 1 kg bahan perekat, dengan produksi tersebut dapat mendapat keuntungan sebesar Rp.495.000.

Kata Kunci: Air lindi, adsorpsi, arang aktif

A. Pendahuluan

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan kemajuan aktivitas ekonomi masyarakat, memberikan pengaruh pada kondisi lingkungan. Semakin tinggi laju pertumbuhan penduduk, maka semakin banyak pula volume sampah yang dihasilkan. Menurut Undang-undang No.18 Tahun 2008 sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Meningkatnya volume sampah, maka akan menambah beban bagi tempat pemrosesan akhir (TPA) untuk melakukan sistem pengelolannya.

Pengelolaan sampah TPA di Wonosobo masih menggunakan metode *open dumping* atau pembuangan secara terbuka. Penumpukan sampah yang dibiarkan secara terbuka dapat menyebabkan terbentuknya air lindi. Air lindi (*leachate*) merupakan cairan yang terbentuk akibat ketidakmampuan sampah untuk menampung air dari sampah itu sendiri maupun air eksternal, yakni dari air hujan yang terinfiltrasi masuk ke timbunan sampah. Hasil dari proses tersebut maka biasanya mengandung bahan-bahan organik terlarut serta ion-ion anorganik dalam konsentrasi tinggi (Damanhuri,1993). Selain menggunakan metode *open dumping* TPA Wonorejo juga belum melakukan adanya instalasi khusus pengolahan untuk air lindi.

Kandungan pada air lindi mengandung kadar pencemar maka dari itu dalam perlakuannya, air lindi tidak boleh langsung dibuang ke lingkungan. Air lindi dapat merembes masuk kedalam air tanah, maupun mengalir dipermukaan tanah dan bermuara ke badan air. Air lindi yang masuk ke air tanah dapat berdampak pada tercemarnya sumur di sekitar lokasi TPA, sedangkan air lindi yang masuk ke badan perairan sungai dapat berdampak pada berubahnya kondisi fisik kimia perairan seperti penurunan keanekaragaman biota di perairan sungai. Sebelum air lindi layak

dibuang ke badan air dan tidak mencemari lingkungan, penting dilakukannya pengolahan air lindi hingga mencapai standar baku mutu. Salah satu cara untuk menurunkan kadar yaitu dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif. Arang aktif mempunyai kemampuan daya serap (adsorben) yang tinggi. Metode ini adalah metode yang efisien, mudah dilakukan, dengan biaya yang murah karena memanfaatkan limbah pertanian yang sudah terpakai.

Di sisi lain, Besarnya angka pertanian yang berkembang di Desa Tambi, Kabupaten Wonosobo berpotensi menghasilkan limbah hasil pertanian. Sampai saat ini limbah hasil pertanian hanya dibiarkan menumpuk dan belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu limbah pertanian yang cukup potensial untuk dikembangkan adalah kulit kopi. Limbah kulit kopi yang dihasilkan oleh salah satu *home industry* di desa Tambi perbulannya mencapai 1 kuintal, dengan jumlah yang melimpah tersebut besar kemungkinan jika limbah kulit kopi akan berpotensi mencemari lingkungan dan mendukung berkembang biaknya bakteri penyebab penyakit.

Limbah kulit kopi yang semula tidak bernilai dan cenderung berdampak negatif bagi lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan arang aktif. Arang aktif tersebut nantinya akan digunakan sebagai adsorben penurun kadar pencemar pada air lindi.

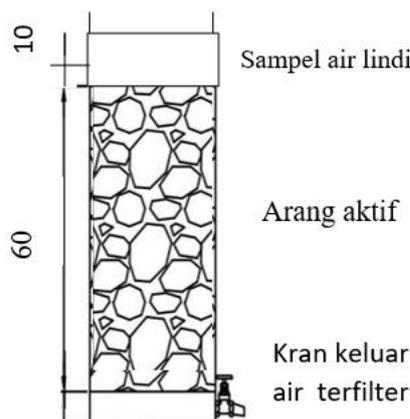
B. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni hingga bulan Agustus 2021. Penelitian dimulai dengan mengobservasi lapangan yakni mengamati kondisi fisik TPA wonorejo, dan mengunjungi tempat penghasil kopi di Desa Tambi dengan melakukan kegiatan wawancara yang bertujuan menggali informasi yang mendukung berjalannya penelitian. Pengumpulan data juga dilakukan dengan

studi literatur yakni mempelajari referensi yang berkaitan dengan penelitian.

Penelitian ini diawali dengan pembuatan arang briket kulit kopi melalui proses pirolisis yaitu proses pengarangan tanpa adanya kontak dengan udara. Kemudian arang briket diaktivasi menggunakan cairan H_3PO_4 (Asam

Phospat) dan selanjutnya dilakukan proses filtrasi dengan sampel air lindi TPA Wonorejo. Proses filtrasi dilakukan dengan menggunakan media filter berbentuk tabung dengan tinggi 60 cm dengan berisikan adsorben arang aktif briket kulit kopi setinggi 50 cm seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Media Filtrasi

Air lindi yang terfiltrasi menggunakan variasi waktu kontak 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit kemudian diuji laboratorium dan dianalisis untuk mengetahui pengaruh waktu kontak penurunan kadar BOD dan COD. Berdasarkan hasil uji laboratorium, kemudian dilakukan perhitungan efektivitas penyerapan arang aktif briket kulit kopi dalam menurunkan kadar pencemar pada air lindi menggunakan rumus:

$$\text{Persentase Penurunan} = \frac{[x]_{\text{Awal}} - [x]_{\text{Akhir}}}{[x]_{\text{Awal}}} \times 100\%$$

Keterangan =

[x] awal = Konsentrasi sebelum filtrasi

[x] akhir = Konsentrasi setelah filtrasi

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Pengaruh Waktu Kontak Penyaringan terhadap Penurunan Kadar Pencemar Air Lindi

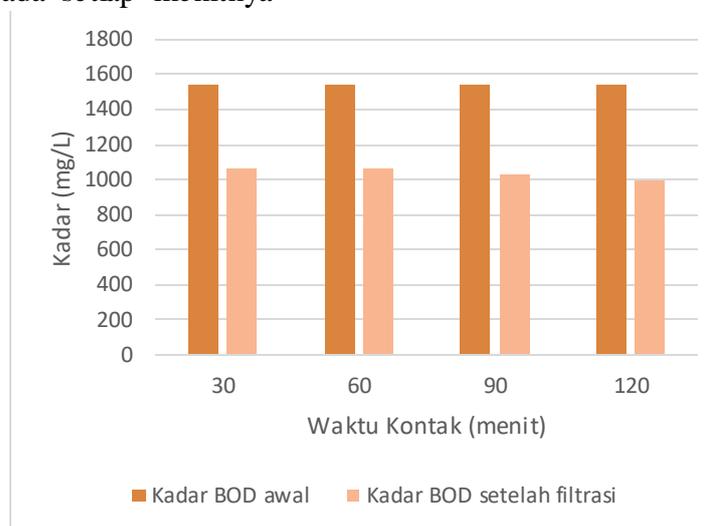
Pada penelitian yang telah dilakukan, efektivitas penurunan kadar BOD dan COD ditentukan berdasarkan perbedaan lamanya waktu kontak yaitu 30

menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Konsentrasi awal BOD sebelum perlakuan yaitu 1546 mg/L. Setelah dilakukan proses adsorpsi selama 30 menit kandungan BOD mengalami penurunan sebanyak 481 mg/L menjadi 1065 mg/L dengan penurunan pada setiap menitnya adalah 16,03 mg/L. Pada waktu kontak 60 menit terjadi penurunan sebanyak 487 mg/L menjadi 1059 mg/L dengan penurunan 8,1 mg/L setiap menitnya. Pada waktu kontak 90 menit, kadar BOD mengalami penurunan sebanyak 519 mg/L menjadi 1027 mg/L dengan penurunan 5,8 mg/L pada setiap menitnya. Penurunan sebesar 550 mg/L terjadi pada menit ke 120 dengan penurunan 4,6 mg/L tiap menitnya sehingga kadar BOD menjadi 996 mg/L.

Konsentrasi awal COD sebelum perlakuan yaitu sebesar 2395 mg/L. Setelah dilakukan proses adsorpsi selama 30 menit kandungan COD mengalami penurunan sebanyak 267 mg/L menjadi 2128 mg/L dengan penurunan pada setiap menitnya yaitu 8,9 mg/L. Pada waktu 60 menit kadar COD kembali turun sebanyak

297 mg/L menjadi 2098 mg/L, dengan penurunan 4,5 mg/L pada setiap menitnya. Pada waktu kontak 90 menit, kadar BOD mengalami penurunan sebanyak 339 mg/L menjadi 2056 mg/L dengan penurunan pada setiap menitnya

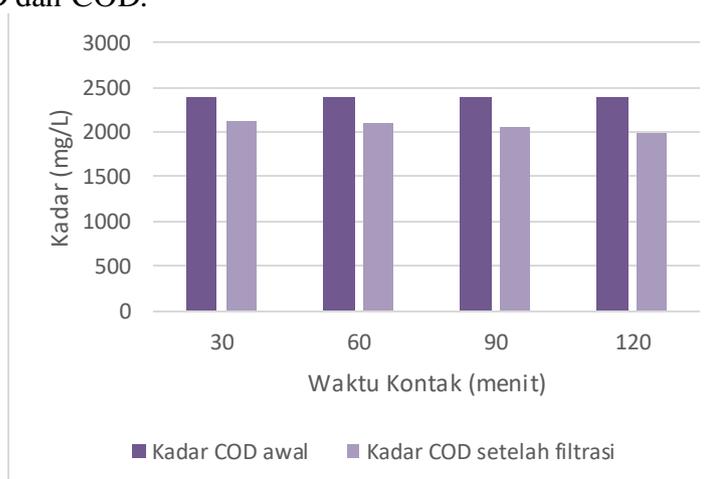
yaitu 3,7 mg/L. Penurunan sebesar 402 mg/L terjadi pada waktu kontak 120 menit, sehingga kadar COD menurun menjadi 1993 mg/L dengan penurunan 3,35 mg/L pada setiap menit.



Gambar 2. Grafik Penurunan Kadar BOD

Penurunan kadar tertinggi terjadi pada menit ke 120 pada kedua parameter pencemar, arang aktif briket kulit kopi dapat mengadsorpsi sebanyak 550 mg/L BOD dan 402 mg/L COD. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu kontak antara arang aktif briket kulit kopi dengan kadar pencemar, maka semakin besar kesempatan arang aktif tersebut untuk menyerap kadar BOD dan COD.

Berdasarkan hasil pemeriksaan tersebut Kadar BOD dan COD setelah penurunan masih jauh di atas standar baku mutu menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No.05 Tahun 2012. Kadar BOD dan COD yang ditoleransi masing-masing sebesar 50 mg/L dan 100 mg/L.



Gambar 3. Grafik Penurunan Kadar COD

2. Efektivitas Arang Aktif Briket Kulit Kopi sebagai Penurun Kadar Pencemar Air Lindi

Efektivitas penurunan kadar pencemar dilihat dari perbandingan antara konsentrasi kadar pencemar awal dibandingkan konsentrasi kadar pencemar akhir setelah dilakukan proses filtrasi.

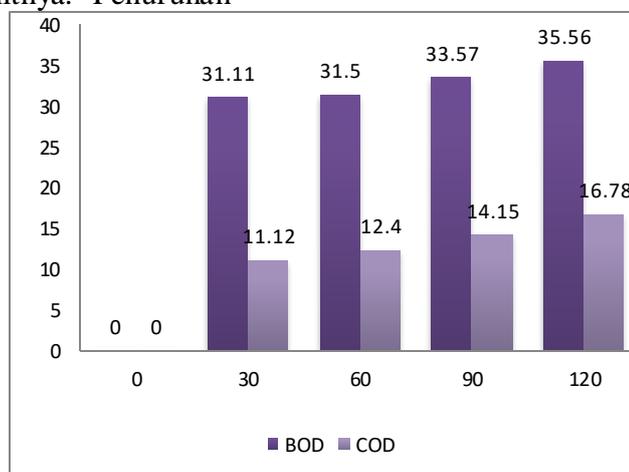
Proses filtrasi dilakukan berdasarkan 4 (empat) variasi waktu kontak yaitu 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Berdasarkan hasil penelitian, efektivitas penurunan kadar pencemar dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Efektivitas penurunan kadar pencemar air lindi berdasarkan waktu kontak

No.	Waktu Kontak (menit)	Kadar BOD		Presentase penurunan (%)	Kadar COD		Penurunan (%)
		Hasil (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)		Hasil (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	
1	0	1546	50	0	2395	100	0
2	30	1065	50	31,11	2128	100	11,12
3	60	1059	50	31.50	2098	100	12,40
4	90	1027	50	33,57	2065	100	14,15
5	120	996	50	35,36	1993	100	16,78

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase penurunan terbesar terdapat pada waktu kontak 120 yakni masing masing untuk kadar BOD dan COD adalah 35,56% dan 16,78% namun untuk waktu kontak terefektif penurunan kadar BOD dan COD terdapat pada menit ke 30, karena terjadi penurunan secara signifikan yakni kadar BOD yang semula sebanyak 1546 mg/L mengalami penurunan menjadi 1065 mg/L dengan penurunan sebanyak 16,03 pada tiap menitnya dan kadar COD yang semula 2385 mg/L menurun hingga 2128 mg/L dengan penurunan kadar sebanyak 8,9 mg/L pada setiap menitnya. Penurunan

yang signifikan tersebut dipengaruhi oleh kondisi arang aktif briket kopi pada menit ke 30 yang seluruh permukaan porinya masih kosong sehingga laju penyerapannya maksimal. Semakin lama waktu singgungan antara arang aktif briket kulit kopi dengan kadar pencemar, maka permukaan yang kosong akan semakin berkurang, sehingga kemampuan adsorben untuk menyerap kadar pencemar akan menurun. Presentase penurunan pada perlakuan menggunakan arang aktif briket kulit kopi terhadap kandungan BOD dan COD dapat ditampilkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Persentase penurunan kadar BOD dan COD

3. Analisis Nilai Ekonomi Arang Aktif Briket Kulit Kopi

Analisis ekonomi dilakukan dengan menghitung seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi arang briket kulit kopi. Adapun rincian biaya yang dikeluarkan dapat dilihat pada table 2 berikut ini.

Tabel 2. Rincian Pengeluaran

No	Nama Barang/Jasa	Harga / kg
1.	Tepung Tapioka	Rp. 10.000
2.	Penggiling Bubuk	Rp. 75.000
3.	Aktivasi Arang	Rp. 100.000

Apabila dalam satu hari limbah kulit kopi yang digunakan untuk memproduksi arang aktif briket sebanyak 20 kg dalam satu kali pembakaran dan rata-rata penyusutan setelah pembakaran adalah 10 kg, maka analisis nilai ekonomi yang yang peroleh sebagai berikut:

- 1) Arang kulit kopi (penyusutan yang diperoleh) = 10 kg
- 2) Massa tepung kanji yang dipakai $\frac{10}{10} \times 1 \text{ kg} = 1 \text{ kg}$
- 3) Biaya tepung kanji 1 kg = Rp 10.000
- 4) Massa briket yang dihasilkan = 10 kg + 1 kg = 11 kg
- 5) Biaya aktivasi arang di laboratorium = Rp 100.000

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan briket arang adalah Biaya Tepung Kanji dan Biaya Aktivasi Arang. Sehingga total biaya yang dikeluarkan adalah Rp 10.000 + Rp 100.000 = Rp 110.000.

Setelah dilakukan studi harga arang aktif briket untuk penjernih air yang dijual dipasaran yaitu Rp 55.000/kg. Berdasarkan hal tersebut, maka perhitungan nilai ekonomis pembuatan briket arang kulit kopi adalah sebagai berikut ini.

- 1) Nilai Jual arang aktif briket
= 11 kg x Rp 55.000
= Rp 605.000
- 2) Keuntungan bersih yang diperoleh
= Nilai Jual – Biaya Produksi
= Rp 605.000 – Rp 110.000
= Rp 495.000

Perhitungan laba dilakukan dengan melihat harga arang aktif yang digunakan sebagai penjernih air di pasaran, harga arang aktif untuk per-kilonya adalah Rp.55.000, apabila dikalikan dengan masa briket yang dihasilkan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 11 kg, maka keuntungan kotor yang didapatkan sebesar Rp. 550.000. Sementara itu, untuk mengetahui keuntungan bersih yang didapat yaitu dengan cara mengurangi keuntungan kotor dengan biaya produksi yang dikeluarkan. Setelah dilakukan perhitungan, keuntungan bersih yang didapatkan sebesar Rp. 495.000. Selain dapat mengurangi potensi pencemaran akibat limbah hasil pertanian, arang aktif briket kulit kopi ini juga dapat menjadi keuntungan bagi siapapun yang mengolahnya

D. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Setelah dilakukan filtrasi pada waktu kontak 30 menit dapat menurunkan kadar BOD sebesar 1065 mg/L dengan presentase penurunan sebesar 31,11%. Pada waktu kontak 60 menit nilai kadar BOD mengalami penurunan menjadi 1059 mg/L dengan presentase penurunan sebesar 31,50%. Pada waktu kontak 90 menit nilai kadar BOD kembali turun menjadi 1027 mg/L dengan presentase penurunan sebesar 33,57%, sedangkan pada waktu kontak 120 menit nilai kadar BOD mencapai 993 mg/l dengan presentase penurunan sebesar 35,56%. Sedangkan pada kadar COD, pada waktu kontak 30 menit dapat diturunkan menjadi 2128 mg/L dengan presentase penurunan sebesar 11,15%.

Pada waktu kontak 60 menit nilai kadar COD mengalami penurunan menjadi 2098 mg/L dengan presentase penurunan sebesar 12,40%. Pada waktu kontak 90 menit nilai kadar COD mencapai 2056 mg/L dengan presentase penurunan sebesar 14,15%, sedangkan pada waktu kontak 120 menit nilai kadar COD kembali turun hingga 1993 mg/l dengan presentase penurunan sebesar 16,78%. Hasil pemeriksaan kadar BOD dan COD pada air lindi setelah perlakuan dengan menggunakan arang aktif briket kulit kopi masih di atas ambang batas yang ditentukan dan belum memenuhi standar baku mutu air limbah menurut Perprov Jawa Tengah No.05 Tahun 2012

Dari waktu kontak yang digunakan yaitu 30, 60, 90, dan 120 menit dapat diketahui bahwa waktu kontak paling efektif dalam menurunkan kadar BOD dan COD adalah 30 menit. Laba yang diperoleh dalam memproduksi 11 kg arang aktif briket kulit kopi adalah Rp. 495.000.

Daftar Pustaka

- Abdi, S.S. 2008. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara*. Depok: Universitas Indonesia.
- Baker FS, Miller Ce. Repik AJ. Tollens, ED.1997. *Activated Carbon*. New York: J.Wiley.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama: Auburn University
- Damanhuri, T. P. 1993. *Pengelolaan Lindi di TPA Sampah Dalam Kaitannya Dengan Pencegahan Pencemaran Lingkungan. Proceeding Seminar Nasional Pengelolaan Lingkungan– Tantangan Masa Depan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Giyatmi, Z. K., & Melati, D. (2008). *Penurunan Kadar Cu, Cr Dan Ag Dalam Limbah Cair Industri Perak Di Kotagede Setelah Diadsorpsi Dengan Tanah Liat Dari Daerah Godean*. Yogyakarta: Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir
- Herlandien, Y. L. 2013. *Pemanfaatan arang aktif sebagai adsorban logam berat dalam air lindi di tpa pakusari jember*. Jember: Universitas Jember.
- Indriantika, Akviana. 2020. *Pemanfaatan Karbon Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Besi Pada Sampel Air Sumur*. Magelang: Akatirta.
- Juniarsih, A. A. 2018. *Penurunan Kandungan Logam Fe Pada Air Lindi (Leachate) Dengan Menggunakan Adsorben Dari Limbah Daun Nanas*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Juwita, A. I., Mustafa, A., & Tamrin, R. (2017). *Studi Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika (Coffee Arabica L.) Sebagai Mikro Organisme Lokal (Mol)*. *Agrointek*, 11(1), 1-8.
- Rahardianti, Endang S. 2016. *Pengurangan Kadar Pencemaran Pada Air Lindi Sampah Menggunakan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa*. Palembang: Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Samorn, M. C. L. Sales, and S, Phunsiri. 2002. *Solid waste recycling, Disposal and Management in Bangkok*. *J Environ. Res*, 28, 106-112.
- Sembiring, M dan Sinaga, T. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Simanihুরু, K., & Sirait, J. (2010). *Silase kulit buah kopi sebagai pakan dasar pada kambing boerka sedang tumbuh*. In *Disampaikan pada: Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Sumatera Utara (ID)