

Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Serbuk Gergaji Kayu Merbau Hasil Pirolisis Sebagai Bioadsorben Limbah Cair (Boron) Di PT. Pertamina Geothermal Lahendong.

(Utilization Of Activated Charcoal Waste Sawdust From Merbau Pyrolysis Results In Bioadsorbent Liquid Waste (Boron) At PT. Pertamina Geothermal Lahendong.)

M. Darmawan, Indra Sakti, Syarwan Hamid, Setyawati Yani*, Zakir Sabara

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia,
Jl. Urip Sumaharjo No.Km5 Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Inti Sari

Kata Kunci: Adsorpsi, Arang Aktif, Kayu Merbau, Logam Boron

Pencemaran logam boron berbahaya jika tidak ditangani dengan benar, salah satu upaya menurunkan logam boron adalah dengan metode adsorpsi. Serbuk gergaji kayu merbau dijadikan adsorben menggunakan teknik pirolisis. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui waktu kontak dan rasio massa optimum arang aktif serbuk gergaji kayu merbau dalam menurunkan logam boron (B). Penelitian ini memanfaatkan arang aktif serbuk gergaji kayu merbau. Limbah Analisa sebanyak 50 ml dicampurkan dengan arang aktif lalu diadsorpsi dalam variasi waktu 30, 60, 90, 120, serta 180 menit dengan rasio massa terhadap air limbah analisa (1g:50ml, 2g:50ml, 3g:50ml, 4g:50ml, 5g:50ml). Setelah itu disaring dengan kertas saring dan filtratnya dianalisa kadar logam boron menggunakan *Spectrophotometer Uv-Vis*. Penelitian ini menunjukkan waktu optimum berada pada menit ke 90 dengan nilai kadar logam boron yang terjerap sebesar 1,0663 mg/L dengan presentase sebesar 65,86% serta untuk rasio massa penurunan kadar logam boron berada pada rasio massa 5:50 dalam waktu 90 menit dengan nilai kadar logam boron yang terjerap sebesar 1,5632 mg/L dengan presentase sebesar 66,12 %.

Abstract

Key Words : Adsorption, Activated Charcoal, Merbau Sawdust, Boron

Boron metal pollution is dangerous if not handled properly. One of the efforts to reduce boron metal pollution is by adsorption. Merbau wood sawdust is used as an adsorbent using the pyrolysis technique. The purpose of this study was to determine the contact time and optimum mass ratio of activated charcoal, sawdust, and merbau wood in degrading boron metal (B). This study utilized activated charcoal, sawdust, and merbau wood. 50 ml of analytical waste is mixed with activated charcoal and then analyzed in time variations of 30, 60, 90, 120, and 180 minutes with the ratio of mass to analysis wastewater (1 g:50 ml, 2 g:50 ml, 3 g:50 ml, 4 g:50 ml, and 5 g:50 ml). After that, it is filtered with filter paper, and the filtrate is analyzed for boron metal levels using a UV-Vis

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :

jmpe@umi.ac.id

***Corresponding Author**

Wati.yani@umi.ac.id



Journal History

Paper received :

Received in revised :

Accepted :

spectrophotometer. This study shows the optimum time is at the 90th minute with the value of boron metal content trapped at 1.0663 mg/L with a percentage of 65.86%, and the mass ratio of decreasing boron metal content is at a mass ratio of 5:50 within 90 minutes with the value of boron metal content trapped at 1.5632 mg/L with a percentage of 66.12%.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia terutama di daerah Manado dan sekitarnya sangat berkembang pesat. Peningkatan jumlah industri akan selalu diiringi dengan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan. Limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah padat, cair dan gas. Limbah tersebut mengandung bahan kimia beracun dan berbahaya yang akan berpengaruh untuk lingkungan sekitarnya. Hampir setiap industry memiliki laboratorium pengujian. Kegiatan industri maupun laboratorium pengujian semakin meningkat sehingga memungkinkan banyak industri yang menghasilkan limbah logam berat (Hatina and Winoto, 2020).

Limbah logam berat dapat mencemari lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Logam berat tidak dapat dihancurkan (*nondegradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Fernanda, 2012). Salah satu logam berat yang biasa di temukan dari limbah laboratorium pengujian adalah logam Boron.

Boron adalah unsur semimetal, terletak di Blok P (kelompok 13) antara aluminium dan karbon pada tabel periodic. Di alam, boron tidak pernah ditemukan sebagai sebuah unsur tetapi selalu sebagai bentuk senyawa kompleks yang bergabung dengan oksigen dan unsur- unsur lainnya. Boron dapat ditemukan dalam batuan, tanah dan air. Meskipun tersebar luas di alam, konsentrasi boron yang biasa ditemukan rendah dan sangat rendah. Rata-rata konsentrasi boron di dalam kerak bumi adalah 10 mg/L. Air laut mengandung rata-rata 4,6 mg/L boron dengan variasi konsentrasi 0,5 sampai 9,6 mg/L. Sedangkan konsentrasi boron di air tawar biasanya dari kurang dari 0,01 mg/L sampai 1,5 mg/L.

Upaya mengurangi pencemaran logam berat boron yang semakin meningkat dilingkungan, diarahkan pada penggunaan bahan yang mudah didegradasi. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi adalah proses pemisahan dimana komponen tertentu dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap. Bahan yang diserap disebut adsorbat dan bahan yang berfungsi sebagai penyerap disebut adsorben (Asip, Mardhiah and Husna, 2008).

Semakin kecil pori-pori adsorben, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Adsorben yang paling banyak dipakai untuk menyerap zat- zat dalam larutan adalah arang (karbon aktif). Tiap partikel adsorben dikelilingi oleh molekul yang diserap karena terjadi interaksi tarik menarik. Karbon aktif banyak dipakai di industri untuk menghilangkan zat-zat warna dalam larutan. Penyerapan bersifat selektif, yang diserap hanya zat terlarut atau pelarut (Hatina and Winoto, 2020).

Dalam hal ini untuk membantu performa perusahaan dalam mengolah limbah cair agar dapat lebih mandiri dalam mengolah limbah. Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil uji pada laboratorium PT. Pertamina Geothermal Energy Area Lahendong bahwa air limbah dengan kadar logam B (Boron) dengan konsentrasi sebesar 2.36 mg/L. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup, bahwa kadar maksimum logam boron (B) adalah 2 mg/L.

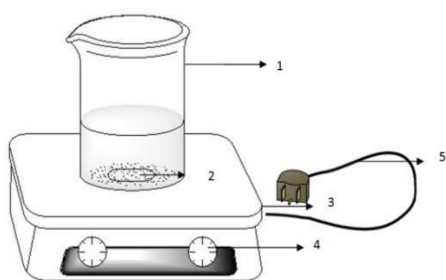
METODE PENELITIAN

Bahan utama dalam penelitian adalah serbuk gergaji kayu merbau yang diambil di daerah Woloan Sulawesi Utara. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis mencakup KOH 0,6 M, H₂SO₄ Pekat, Aquadest, kertas pH, kertas saring dan BoroVer. Serta sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah analisis yang disampling di daerah Lahendong, Sulawesi Utara.

Alat utama penelitian ini adalah rangkaian alat proses adsorpsi, (gambar 1).

Prosedur Penelitian

- **Preparasi Sampel**
Bahan baku perlu dikeringkan terlebih dahulu dibawah sinar matahari selama 5 hari untuk mengurangi kadar air guna mempercepat proses pirolisis.
- **Proses Pirolisis Untuk Menghasilkan Arang**
Pertama ditimbang 1 kg bahan baku limbah serbuk gergaji kayu merbau kemudian dimasukkan kedalam reaktor dan dititip rapat, lalu disiapkan wadah untuk menampung asap cairnya, Setelah itu temperatur diatur pada suhu 350°C, Lalu gas LPG dialirkan kedalam reaktor lalu dinyalakan kompornya, proses pirolisis dilakukan selama 2 jam, Setelah selesai bahan didalam reaktor dibiarkan dingin sampai suhu dibawah 50°C. Setelah itu dibuka tutup reaktor dan diambil arang hasil pirolisisnya.
- **Proses Aktivasi Arang**
Arang hasil pirolisis digerus lalu diayak untuk mendapatkan variasi ukuran 100 mesh. Selanjutnya dilakukan proses aktivasi secara kimia direndam dalam reagen aktivator basa selama 24 jam, dimana basa yang digunakan KOH 0,6 M. Selanjutnya disaring dan dicuci dengan aquades. Arang yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 3 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator.
- **Aplikasi Arang Aktif Pada Air Limbah Analisa**
Arang aktif diambil sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan kedalam gelas piala yang telah berisi air limbah Analisa 50 ml dan dikontakkan dalam waktu (30, 60, 90, 120 dan 180 menit). Untuk mengetahui pengaruh waktu optimum penyerapan logam boron (B) Kemudian sebanyak (1g:50ml, 2g:50ml, 3g:50ml, 4 g:50ml dan 5g:50ml). Untuk mengetahui pengaruh rasio massa yang paling baik untuk menyerap logam boron (B). Setelah itu disaring untuk dipisahkan arang aktif dan air limbah kemudian dianalisa menggunakan Spektrofotometer untuk melihat tingkatan penurunan kandungan logam boron (B) pada air limbah Analisa.



Gambar 1: Rangkaian Alat Proses Adsorpsi

(Sumber: Chairul dkk, 2013)

Keterangan gambar:

1. Gelas Piala
2. Magnetic Stirrer
3. Hot Plate
4. Tombol Pengatur Kecepatan Stirrer
1. Pengujian Kualitas Arang Aktif

Berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 yaitu:

- a. Kadar Air

Sebanyak 1 gram arang aktif di masukkan ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui bobotnya. Cawan yang berisi arang aktif dimasukkan ke dalam oven yang telah diatur suhunya $\pm 105^{\circ}\text{C}$, karbon aktif di dinginkan di dalam desikator dan di timbang beratnya.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

W1 = Bobot sampel sebelum pemanasan (g)

W2 = Bobot sampel setelah pemanasan (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Arang Aktif

Pemeriksaan kadar air yang dilakukan pada arang aktif serbuk kayu merbau untuk mengetahui gambaran karakteristiknya. Hasil pengujian kadar air dirangkum pada tabel 1.

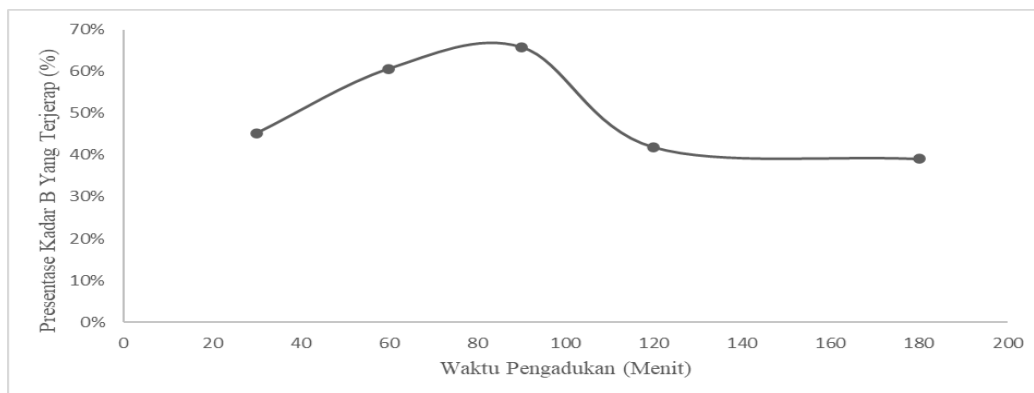
Tabel 1. Hasil Pengujian Kualitas Sesuai Standar SNI 06-3730-1995

Pengujian	SNI 06-3730-1995	Arang Aktif	Hasil Pengujian
Kadar Air	Maks 15%	Serbuk Gergaji Kayu merbau (Simplo)	6.09%
		Serbuk Gergaji Kayu merbau (Duplo)	6.21%
Rata-rata		6.15%	

2. Penentuan Waktu Optimum dengan rasio 1:50 mL (Arang Aktif Kayu Merbau : Air limbah Analisa)

Penentuan waktu optimum ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang paling waik untuk menyerap logam boron (B) dirangkum pada grafik 1

Grafik 1. Penentuan Waktu Optimum Arang Aktif Serbuk Gergaji Kayu Merbau



Dari data gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa pada menit 30 kadar Boron (B) yang terjerap sebesar 45,27% dan pada menit 60 terjadi kenaikan adsorpsi dimana kadar boron (B) yang terjerap sebesar 60,66% dan pada menit 90 terjadi kenaikan adsorpsi dimana kadar boron (B) yang terjerap sebesar 65.86% hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Syawal R & Ridwan 2021). Yang menyatakan bahwa semakin lama waktu kontak

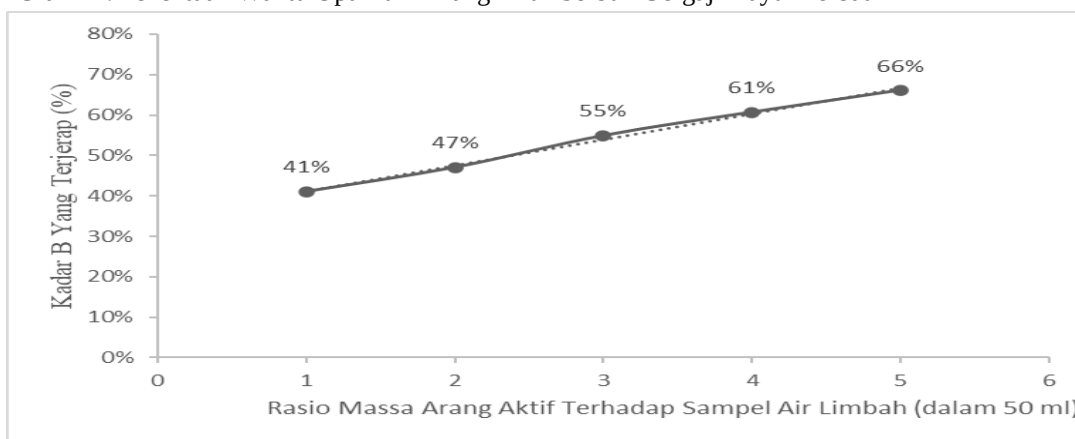
maka kesempatan partikel bioadsorben untuk bersinggungan dengan ion logam lebih besar, sehingga ion logam yang terikat dalam pori-pori bioadsorben semakin banyak. Proses adsorpsi ini juga dipengaruhi dengan besar kecilnya ukuran adsorben dengan ion logam.

Dan pada menit 120 dan 180 terjadi penurunan adsorpsi kadar boron (B) yang terjepap berturut-turut sebesar 41,92% dan 39,14%. Variasi waktu kontak antara ion logam dengan adsorben mempengaruhi daya jerap ion logam boron. Dimana semakin lama waktu kontak suatu sampel mengakibatkan penyerapan yang terjadi akan meningkat sampai mencapai waktu optimum dan setelah itu akan turun Kembali pada waktu yang divariasikan. Sehingga didapatkan bahwa waktu optimum pada penelitian ini untuk proses adsorpsi logam boron (B) dengan menggunakan adsorben serbuk gergaji kayu merbau adalah 90 menit dimana nilai kadar logam boron (B) yang teradsorpsi sebesar 65.86%.

3. Pengaruh Rasio Massa Arang Aktif Terhadap Air Limbah Analisa

Rasio yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1g:50ml, 2g:50ml, 3g:50ml, 4g:50ml, 5g:50ml. Adapun pengaruh rasio arang aktif serbuk gergaji kayu merbau terhadap konsentrasi logam boron (B) pada air limbah Analisa proses adsorpsi dengan waktu optimum pengadukan 90 menit dapat dilihat pada grafik 2 berikut.

Grafik 1. Penentuan Waktu Optimum Arang Aktif Serbuk Gergaji Kayu Merbau



Untuk mendapatkan hasil adsorpsi yang maksimal, maka dibutuhkan pengujian adsorpsi dengan variasi massa adsorben yang berbeda-beda. Massa adsorben yang digunakan sebesar 1g, 2g, 3g, 4g dan 5g terhadap 50 ml air limbah Analisa. Pada Gambar 4.2 dapat diketahui terjadi peningkatan efisiensi penurunan kadar logam B disetiap kenaikan massa adsorben. Massa adsorben 5 gram memiliki daya serap logam boron paling tinggi yaitu sebesar 1,5632 mg/ atau dapat dihitung efisiensi penurunan logam boron sebesar 66,12%.

Terjadinya peningkatan jerapan ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah adsorben yang berinteraksi dengan logam boron. Hal ini juga terjadi karena pengaruh kerapatan sel adsorben dalam larutan sehingga menghasilkan interaksi yang cukup efektif antara pusat aktif dinding sel adsorben dengan ion logam boron, sehingga semakin banyak zat penyerap maka semakin banyak juga pusat aktif adsorben yang akan bereaksi. Oleh karena itu, pada saat jumlah adsorben diperbesar, perbandingan tersebut tidak lagi dipenuhi, sehingga berpengaruh terhadap aktifitas penyerapan ion logam boron oleh adsorben. Massa adsorben optimal terjadi pada massa adsorben 5 gram.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian tentang pengaruh arang aktif serbuk gergaji kayu merbau untuk menurunkan kadar boron (B) pada air limbah Analisa, Adapun yang dapat kami simpulkan bahwa :

1. Waktu optimum penurunan konsentrasi logam boron (B) dengan menggunakan arang aktif serbuk gergaji kayu merbau yaitu diperoleh pada waktu pengadukan 90 menit, dimana didapatkan kadar logam boron (B)

yang terjerap sebesar 65,86%, dimana konsentrasi logam boron (B) sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

2. Perbandingan massa paling baik untuk menurunkan konsentrasi logam boron (B) dengan menggunakan arang aktif serbuk gergaji kayu merbau yaitu diperoleh pada perbandingan massa arang aktif (5g:50ml) dalam waktu kontak 90 menit, dengan kadar penurunan logam boron (B) sebesar 66.12 % (1,5632 mg/L) dimana konsentrasi logam boron sudah sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dimana batas maksimal yaitu 2 mg/L.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih khusus kami berikan kepada Ayahanda Prof Zakir Sabara dan Ibunda Setyawati Yani selaku pembimbing saya, serta kepada seluruh dosen dan karyawan Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri PT. Pertamina Geothermal Energy Area Lahendong yang sudah memberikan izin penelitian ini untuk dilaksanakan, teman-teman angkatan 2019 Teknik Kimia serta seluruh pihak yang telah membantu secara langsung atau tidak langsung selama pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aladin, A., Alwi, R. S. and Syarif, T. (2017) 'Design of pyrolysis reactor for production of bio-oil and bio-char simultaneously', AIP Conference Proceedings, 1840(May). doi: 10.1063/1.4982340.
- Asip, F., Mardhiah, R. and Husna (2008) 'Uji Efektifitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorbsi Ion Fe Dengan Batch', Jurnal Teknik Kimia, 15(2), pp. 22–26.
- Ernawati, D., Arifudin, M. and Husodo, S. B. (2019) 'Baterai Ramah Lingkungan dari Limbah Serbuk Kayu Merbau (Intsia bijuga) dan Matoa (Pometia sp .) (Eco-friendly battery from Merbau (Intsia bijuga) and Matoa (Pometia sp .) sawdust)', Ilmu Teknol. Kayu Tropis, 17(1), pp. 83–89.
- Fernanda, L. (2012) Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Nikel (Ni), Kromium (Cr) Dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Hijau (.
- Fitriyani, A. (2022) 'Efektivitas Nanopartikel Kulit Kacang Tanah (Arachis hypogaea) Sebagai Adsorben Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Limbah Cair Industri Aki'.
- Hanum, M. S. (2015) 'Eksplorasi Limbah Sabut Kelapa (Studi Kasus : Desa Handapherang Kecamatan Cijeunjing Kabupaten Ciamis) or The Exploration Of Coconut Fiber Waste (Case Study : Desa Handapherang Kecamatan Cijeunjing Kabupaten Ciamis) Maulia', e-Proceeding of Art & Design, 2(2), pp. 930–938.
- Hatina, S. and Winoto, E. (2020) 'Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Serbuk Kayu Merbau Dan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Untuk Pengolahan Limbah Cair Aas', Jurnal Redoks, 5(1), p. 32. doi: 10.31851/redoks.v5i1.4027.
- Mu'jizah, S. (2010) Preparation and Characterization of Activated Carbon from Bean (Moringa oleifera. Lamk) with NaCl as an activator Materials.
- Pusparizkita, Y. M. (2017) 'Penyisihan Boron Pada Proses Pengolahan Air Dengan Teknologi Adsorpsi'.
- Rahmayani, F. and Mz, S. (2013) 'Pemanfaatan Limbah Batang Jagung Sebagai Adsorben Alternatif Pada Pengurangan Kadar Klorin Dalam Air Olahan (Treated Water)', Jurnal Teknik Kimia USU, 2(2), pp. 1–5.
- Riyadh, M. et al. (2009) Analisa proses adsorpsi dengan variasi bentuk silika gel sebagai adsorben dan air sebagai adsorbat untuk aplikasi pendingin alternatif skripsi.
- Safrianti, I., Wahyuni, N. and Zahara, T. A. (2012) 'Adsorpsi Timbal (II) Oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat : Penagruh pH dan Waktu Kontak', JKK, 1(1), pp. 1–7.

- Sarah, F., Khaldun, I. and Nazar, M. (2018) 'Uji Daya Serap Serbuk Gergaji Kayu Merbau (*Intsia sp*) Terhadap Logam Timbal (II) Abstrak Pendahuluan Metode Penelitian Alat', Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia (JIMK)-Vol 1. No.4. (105-114) Uji, 1(4), pp. 105–114.
- Syauqiah, I. et al. (2020) 'Analisis Pengaruh Dosis Adsorben Arang Aktif Sekam Padi Pada Adsorpsi Logam Kadmium (Cd) Dari Limbah Cair Sasirang Analysis of The Effect of Rice Husk Activated Charcoal Dose In Adsorption Of Cadmium Metals (Cd) From Sasirangan Liquid Waste', Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah, 5(April), pp. 84–87.
- Treyball (1980) Mass Transfer Operations by Robert E Treybal.pdf.