

**Pemanfaatan Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Sebagai Media Biofilter  
Dengan Penambahan Zeolit Untuk Menurunkan Kadar Logam Berat  
Timbal (Pb)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk melengkapi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada  
program studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh:

**MEICIN HIKMAH ISTIQOMAH**

**H05217011**

**PRODI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A  
2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Meicin Hikmah Istiqomah

Nim : H05217011

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul: "PEMANFAATAN TULANG IKAN BANDENG (CHANOS CHANOS) SEBAGAI MEDIA BIOFILTER DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT UNTUK MENURUNKAN KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (PB)". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 07 Juli 2021

Yang menyatakan,



(Mecin Hikmah Istiqomah)

Nim. H05217011

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Dokumen Tugas Akhir oleh:

NAMA : Meicin Hikmah Istiqomah

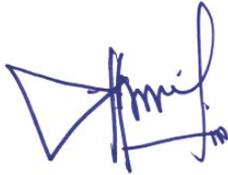
NIM : H05217011

JUDUL : Pemanfaatan Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Sebagai Media Biofilter Dengan Penambahan Zeolit Untuk Menurunkan Kadar Logam Berat Timbal (Pb)

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan,

Surabaya, 23 Juli 2021

Dosen Pembimbing I



Ida Munfarida, MT  
NIP. 198411302015032001

Dosen Pembimbing II



Sarita Oktorina, M. Kes  
NIP. 198710052014032003

**PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

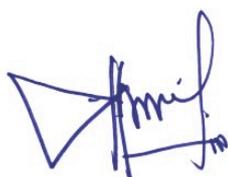
**Tugas Akhir Meicin Hikmah Istiqomah ini telah dipertahankan**

**Di Depan Tim Penguji**

**Di Surabaya, 23 Juni 2021**

Mengesahkan  
Dewan Penguji,

Dosen Penguji I



Ida Munfarida, MT  
NIP. 198411302015032001

Dosen Penguji II



Sarita Oktorina, M. Kes  
NIP. 198710052014032003

Dosen Penguji III



Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL  
NIP. 198512112014031002

Dosen Penguji IV



Linda Prasetyaning Widayanti, M. Kes  
NIP. 198704172014032003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



D. ENI Khatunatur Rusydiyah, M. Ag  
NIP. 197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: [perpus@uinsby.ac.id](mailto:perpus@uinsby.ac.id)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Meicin Hikmah Istiqomah  
NIM : H05217011  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Teknik Lingkungan  
E-mail address : [meicin Hikmah@gmail.com](mailto:meicin Hikmah@gmail.com)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi  Tesis  Desertasi  Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

PEMANFAATAN TULANG IKAN BANDENG (CHANOS CHANOS) SEBAGAI MEDIA  
BIOFILTER DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT UNTUK MENURUNKAN KADAR  
LOGAM BERAT TIMBAL (PB)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 07 Juli 2021  
Penulis

(Mecin Hikmah Istiqomah)  
NIM. H05217011



















Dalam pengolahan air sendiri filtrasi sama halnya dengan biofilter dengan penggunaan media-media organik, biofilter menggunakan prinsip biofilm yang ada akan teraliri dengan air limbah ke dalam suatu bejana ataupun reaktor tersebut akan melekat pada permukaan dan terjadi proses penyerapan terhadap zat polutan tersebut (Said, 2018). Proses kerja dari biofilter ini dinilai mampu menurunkan beban pencemar dengan memperhatikan berbagai media yang akan digunakan pada proses penurunan polutannya. Salah-satu media yang biasa digunakan pada pada proses filtrasi adalah zeolit. Zeolit merupakan polimer anorganik berasal dari alam yang dapat bekerja sebagai penukar ion dan mengadsorpsi logam berat yang mencemari lingkungan dan juga gas-gas yang beracun. Zeolit melakukan katalis untuk memecah ikatan molekul-molekul besar yang nantinya akan terserap oleh zeolit itu sendiri. Zeolit juga dapat mereduksi logam timbal karena sifat zeolit yang afinitas terhadap ion-ion pengganggu (Ashari, 2016). Pemilihan zeolit pada penelitian terdahulu karena zeolit memiliki tingkat penurunan terhadap jenis senyawa logam seperti besi (Fe), Mangan (Mn) dan Timbal (Pb) diperoleh massa optimum dengan pencampuran antara karbon aktif sebesar 25% dan dengan penggunaan zeolite 75% dapat menurunkan kadar logam besi (Fe) dari 1,0 mg/l dengan penurunan sebesar 0,52 mg/l. Pada penurunan mangan (Mn) 0,5 mg/l dapat menurunkan sebesar 0,0013 sedangkan penurunan pada logam timbal (Pb) terhadap 0,05 mg/l dapat menurunkan sebesar 0,002 mg/l (Daulay & Manalu, 2019). Pada penelitian lain menyebutkan bahwa pengguna *Glacillaria* sp sebesar 50 gram dan penggunaan zeolit sebesar 10 gram pada 5 liter air dapat menurunkan kadar sampai dengan 0,26 ppm dari penggunaan 1 ppm logam timbal (Pb) dengan rata-rata penurunan 0,86% dalam waktu 28 hari (Affandi dkk., 2018). Selain itu, media biofilter berupa adsorben dapat dibuat secara alami yang berasal dari limbah-limbah sekitar salah-satunya adalah dengan menggunakan limbah dari tulang ikan bandeng. Tulang ikan bandeng dapat dengan mudah ditemukan berbagai tempat pengolahan. Tulang ini mudah ditemukan karena produksi ikan tersebut di pasaran cukup tinggi.











































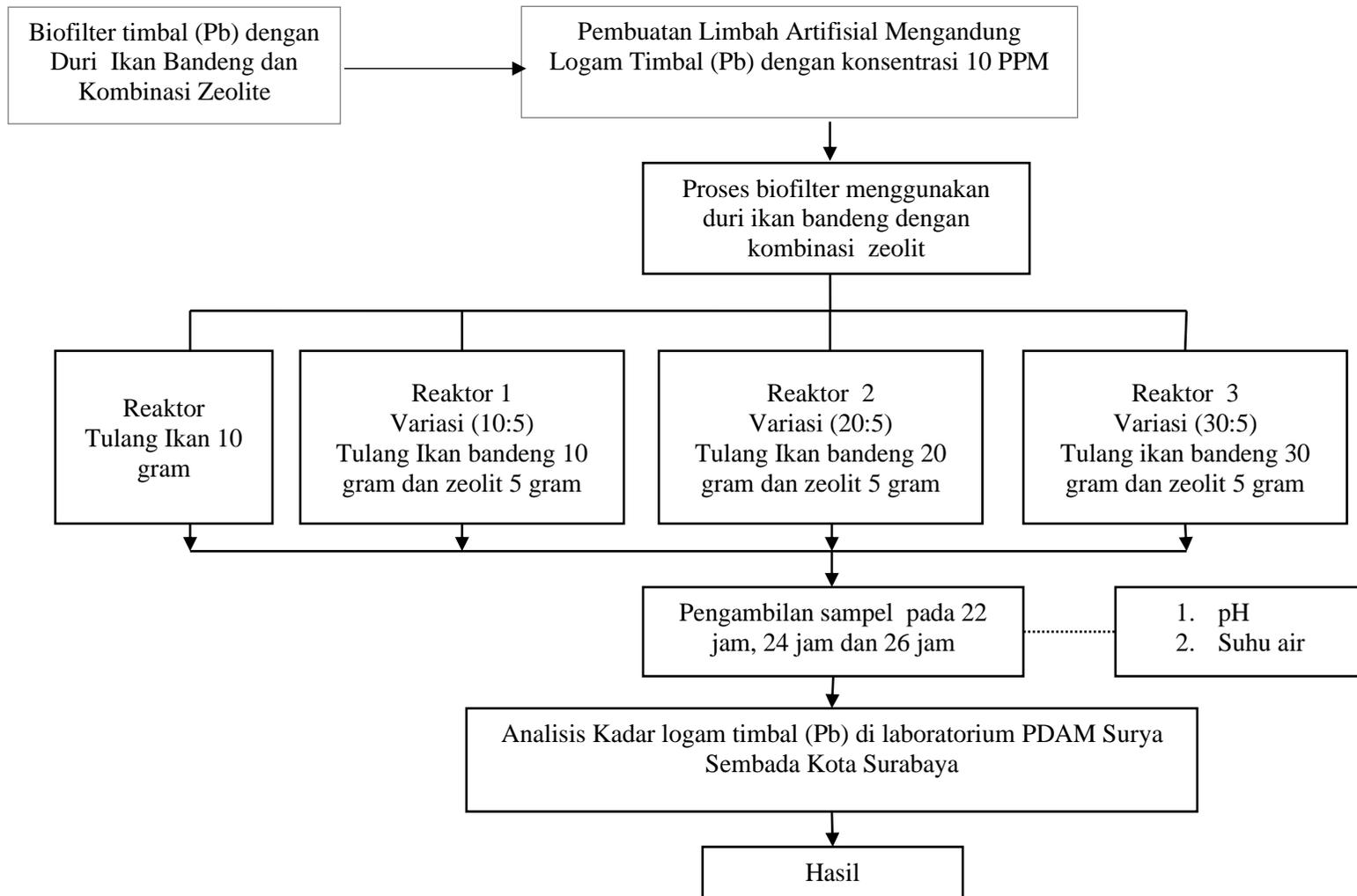




Tabel 3.1 Timeline Penelitian dan Penyusunan Tugas Akhir

No.	Kegiatan	Maret		April				Mei				Juni				Juli			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Seminar Proposal																		
2	Revisi Proposal																		
3	Persiapan Reaktor																		
4	Persiapan Bahan																		
5	Pembuatan Reaktor																		
6	Pembuatan Karbon Aktif																		
7	Running																		

No.	Kegiatan	Maret		April				Mei				Juni				Juli			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8	Pengujian Hasil																		
9	Penyusunan Laporan Hasil																		
10	Seminar Hasil																		
11	Revisi Laporan																		
12	Sidang Akhir																		



**Gambar 3. 1** Kerangka Pikir Penelitian  
(Sumber: Hasil Analisis,2021)





































































































Hasil penelitian menunjukkan pada Gambar 4.17 Grafik Efisiensi Penurunan Logam Timbal Berdasarkan Variasi Massa Setiap Reaktor mengalami kenaikan dan penurunan yang berbeda setiap massa dan waktunya dapat disebabkan oleh masih terdapatnya lemak dan protein yang menempel pada tulang ikan pada proses pembuatan media masih belum terhidrolisis secara baik sehingga lemak dan protein yang tertinggal mempengaruhi kinerja dari penyerapan, penurunan dari daya serap adsorpsi juga dipengaruhi oleh massa adsorben yang berbanding dengan konsentrasi larutan logam timbal (Pb) yang sama dapat menyebabkan nilai penyerapan menjadi kecil. Hal ini juga dijelaskan pada penelitian sebelumnya penyerapan, penurunan dari daya serap adsorpsi juga dipengaruhi oleh massa adsorben yang berbanding dengan konsentrasi larutan Cu(II) yang memiliki konsentrasi yang sama menyebabkan daya serap per massanya menjadi semakin kecil (Diba dkk., 2019). Dari hasil analisis di atas dapat disimpulkan bahwa reaktor dapat bekerja dengan efisiensi removal logam timbal tertinggi pada waktu kontak 22 jam dengan variasi tulang ikan 20 gram + 5 gram zeolit dapat menurunkan logam timbal sebesar 66%.

Konsentrasi dari limbah juga mempengaruhi kinerja penyerapan tulang ikan. Konsentrasi limbah yang dilakukan untuk menguji daya serap tulang ikan menghasilkan nilai maksimal sebesar 60% pada 60 ppm dan pada 10 ppm penyerapan hanya sebesar 13% (Astuti dkk., 2014). Mengetahui hasil dari penelitian tersebut juga dilakukan uji statistik dengan menggunakan metode regresi linier sederhana dengan mengetahui tingkat penurunan tersebut telah menjawab pada hipotesis atau tidak. Sebelum itu dilakukan uji normalitas untuk mengetahui nilai dari data berdistribusi normal dapat dilakukan 2 teknik yaitu dengan melihat dari hasil grafik dan secara statistik. Data normalitas dapat dilihat dengan menggunakan grafik histogram dapat dilihat pada Gambar 4.18 dan grafik *normal Propability-Plot* dapat dilihat pada Gambar 4.19 sedangkan secara statistik dengan menggunakan One-Sample kolmogorov-smirnov dengan nilai toleransi 0,05.













Pada hasil analisis penelitian pada Tabel 4.26 menunjukkan nilai penurunan pada setiap waktu nya. Penurunan dapat dilihat pada Gambar 4.21 dimana waktu optimum pada penelitian ini adalah 22 jam dengan nilai efisiensi sebesar 57% selanjutnya pada waktu 24 jam hingga 26 jam media telah berada titik jenuh. Media berada pada titik jenuh karena pada media sudah tidak ruang pori yang tersisa untuk menyerap limbah dan daya serap menurun dan juga menghasilkan nilai menjadi menurun. Pada reaktor tulang ikan ini juga media yang digunakan hanyalah tulang ikan. Reaktor media digunakan pada media untuk mengetahui bahwa tulang ikan dapat menurunkan limbah timbal (Pb). Reaktor ini juga bekerja untuk menurunkan logam timbal (Pb) meskipun maksimal efisiensi hanya 57%. Maksimal efisiensi tulang ikan ini dapat dipreparasi kembali dengan mempertimbangkan proses aktivasi, pemilihan pori/ ruang media. Pengaruh dari efisiensi ini dipengaruhi waktu kontak. Proses adsorpsi adalah proses pengikatan permukaan media terhadap kontaminan limbah dengan membentuk lapisan di permukaan media sehingga, media bekerja dan dapat menurunkan pencemaran terhadap air olahan. Proses ini dapat bekerja baik secara kimia dan fisika dengan berbagai faktor seperti massa media dan waktu kontak.

Kinerja biofilter berdasarkan jenis media yang dipilih dengan mengetahui media sehingga mekanisme kinerja dapat dilihat reaksi antara adsorbant dan adsorben yang melibatkan reaksi kimia antar keduanya (Hamad dkk., 2020). Penelitian ini menggunakan media Tulang ikan dengan penambahan zeolit dalam menurunkan logam timbal. Tulang ikan yang dipreparasi menjadi karbon dengan proses pengarang digunakan sebagai media, proses mekanisme adsorpsi yang terjadi adalah dengan penukaran ion yang terjadi pada permukaan pori media dan dengan adsorpsi yang menggunakan logam timbal (Pb) melibatkan ion ion positif dan negatif pada permukaan media dengan unsur yang terdapat pada media (Sitanggang dkk., 2017).







- Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(1), 58.  
<https://doi.org/10.19027/jai.14.58-68>
- Azni, P. A. S., & Sururi, M. R. (2014). *Pengaruh Logam Tembaga Dalam Penyisihan Logam Nikel Dari Larutannya Menggunakan Metode Elektrodeposisi*. 11.
- Basuki, A. T. (2015). *Analisis Regresi Dengan Spss*.
- BPS Kabupaten Sidoarjo. (2018). *Data Statistika Kabupaten Sidoarjo 2018*. Kabupaten Sidoarjo.
- Caroline, J., & Moa, G. A. (2015). *Tanaman Melati Air (Echinodorus Palaefolius) Pada Limbah*. 12.
- Cucikodana, Y., Supriadi, A., & Purwanto, B. (2012). *Pengaruh Perbedaan Suhu Perebusan Dan Konsentras Naoh Terhadap Kualitas Bubuk Tulang Ikan Gabus (Channa Striata)*. 11.
- Daulay, A. H., & Manalu, K. (2019). *Pengaruh Kombinasi Media Filter Karbon Aktif Dengan Zeolit Dalam Menurunkan Kadar Logam Air Sumur*. 6.
- Dewi, D. C. (2013). *Determinasi Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Makanan Kaleng Menggunakan Destruksi Basah Dan Destruksi Kering*. *Alchemy*.  
<https://doi.org/10.18860/Al.V0i0.2299>
- Diba, R. F., Amalia, V., Hadisantoso, E. P., & Rohmatulloh, Y. (2019). *Adsorpsi Ion Logam Tembaga(Ii) Dalam Air Dengan Serbuk Tulang Ikan Gurame (Osphronemus Gourami Lac)*. *Al-Kimiya*, 4(2), 105–112.  
<https://doi.org/10.15575/Ak.V4i2.5091>
- Edward Tandy, Ismail Fahmi Hasibuan, & Hamidah Harahap. (2012). *Kemampuan Adsorben Limbah Lateks Karet Alam Terhadap Minyak Pelumas Dalam Air*. *Jurnal Teknik Kimia Usu*, 1(2), 34–38.  
<https://doi.org/10.32734/jtk.V1i2.1416>
- Endah Retno D, Agus P, Barkah Rizki S, & Nurul Wulandari. (2012). *Pembuatan Ethanol Fuel Grade Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Adsorbent Granulated Natural Zeolite Dan Cao*. *Simposium Nasional Rapi Xi Ft Ums-2k012, Fakultas Teknik Universitas Sebelah Maret*.

- Fajriah, N., & Nasir, M. (2017). *Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Tanaman Kangkung (Ipomoea Aquatica) Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa)*. 10.
- Googerdchian, F., Moheb, A., Emadi, R., & Asgari, M. (2018). Optimization Of Pb(II) Ions Adsorption On Nanohydroxyapatite Adsorbents By Applying Taguchi Method. *Journal Of Hazardous Materials*, 349, 186–194. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.01.056>
- Habibi, M., & Rachman, A. (2019). Hubungan Lama Kerja Dengan Kadar Timbal (Pb) Pada Anak Jalanan Di Kota Samarinda. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 5.
- Haryanti, D., & Budianta, D. (2013). *Potensi Beberapa Jenis Tanaman Hias Sebagai Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Dalam Tanah*. 2, 7.
- Haura, U., & Razi, F. (2017). *Karakterisasi Adsorben Dari Kulit Manggis Dan Kinerjanya Pada Adsorpsi Logam Pb(II) Dan Cr(VI)*. 8.
- Hernández-Cocoletzi, H., Salinas, R. A., Águila-Almanza, E., Rubio-Rosas, E., Chai, W. S., Chew, K. W., Mariscal-Hernández, C., & Show, P. L. (2020). Natural Hydroxyapatite From Fishbone Waste For The Rapid Adsorption Of Heavy Metals Of Aqueous Effluent. *Environmental Technology & Innovation*, 20, 101109. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101109>
- Husaini, A. (2012). *Pengaruh Variabel Return On Assets , Return On Equity, Net Profit Margin Dan Earning Per Share Terhadap Harga Saham Perusahaan*. 6(1), 3.
- Idrus, R., Lapanporo, B. P., & Putr, Y. S. (2013). *Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa*. 1, 6.
- Ismayanti, Y. (2019). *Uji Kinerja Penggunaan Kitosan Cuo Zeolit Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) Dan Timbal (Pb)*. 66.
- Iswanto, W. N. A., Moelyaningrum, A. D., & Pujiati, R. S. (2016). *Penurunan Kadar Logam Timbal Pada Limbah Cair Percetakan Dengan Zeolit Alam Teraktivasi (Studi Pada Limbah Cair Percetakan X Jember) Decrease Lead Levels In Waste Water Metal Printing With Activated Zeolite (Study On Waste Water Printing X Jember)*. 7.
- Jaedun, A. (2011). *Metodologi Penelitian Eksperimen*. *Fakultas Teknik Uny*, 13.

- Jamilatun, S., & Setyawan, M. (2014). Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*, 12(1), 73. <https://doi.org/10.12928/Si.V12i1.1651>
- Janie, D. N. A. (2012). *Statistik Deskriptif & Regresi Linier Berganda Dengan Spss*. Semarang University Press.
- Kementerian Kelautan Dan Perikanan. (2013). *Kementerian Kelautan Dan Perikanan: Produksi Ikan Bandeng Di Indonesia Tahun 2020- 2013*. Kementerian Kelautan Dan Perikanan.
- Laos, L. E., & Selan, A. (2016). *Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif*. 5.
- Lim, H. K., Teng, T. T., Ibrahim, M. H., Ahmad, A., & Chee, H. T. (2012). Adsorption And Removal Of Zinc (Ii) From Aqueous Solution Using Powdered Fish Bones. *Apcbee Procedia*, 1, 96–102. <https://doi.org/10.1016/J.Apcbee.2012.03.017>
- Maulinda, L., Za, N., & Sari, D. N. (2015). *Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif*. 9.
- Mirandri, S. D. (2020). *Penurunan Kadar Detergen (Las) Dan Fosfat Pada Limbah Laundry Dengan Metode Biofilter Kombinasi Aerob-Anaerob Dan Anaerob-Aerob*. 101.
- Monalisa, S. S. (2010). *Kualitas Air Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ikan Nila (Oreochromis Sp.) Di Kolam Beton Dan Terpal*. 5.
- Ningsih, D. A., Said, I., & Ningsih, P. (2017). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dari Larutannya Dengan Menggunakan Adsorben Dari Tongkol Jagung. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(2), 55. <https://doi.org/10.22487/J24775185.2016.V5.I2.8002>
- Noertjahyani & Nunung Sondari. (2009). *Efek Takaran Zeolit Terhadap Pertumbuhan Kadar Kadmium Pupus Dan Hasil Tanaman Selada (Lactuca Sativa L.) Pada Cekaman Logam Berat Kadmium\**. 8.
- Nurafifah, S., & Timur, T.-J. (2016). *Pengaruh Kombinasi Kiambang (Salvinia Molesta) Dan Zeolit Terhadap Penurunan Logam Berat Kadmium (Cd)*. 64.
- Nurhayati, I., Sugito, S., & Pertiwi, A. (2018). *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Dengan Adsorpsi Dan Pretreatment Netralisasi Dan*

- Koagulasi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10(2), 125–138.  
<https://doi.org/10.20885/jstl.vol10.iss2.art5>
- Rachmawati, Nurmeily. (2020). Pengaruh Adsorben Sebagai Media Filter Dalam Menurunkan Kadar Timbal Dalam Matrik Air Sungai. *Poltekkes Kemenkes Banten*, 3, 7. <https://doi.org/10.21580/wjc.v3i2.6448>
- Nurventi, N. (2019). Perbandingan Metode Analisa Logam Berat Kromium Dan Timbal Menggunakan Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (Icp Oes) Dan Atomic Absorption Spectrometry (Aas). *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Panjaitan, H., Telaumbanua, F., & Siswanto, R. I. (2019). *Pengolahan Abon Ikan Bandeng Desa Karangcangkring, Kecamatan Dukun, Gresik*. 03(1), 6.
- Pungus, M., Palilingan, S., & Tumimomor, F. (2019). *Penurunan Kadar Bod Dan Cod Dalam Limbah Cair Laundry Menggunakan Kombinasi Adsorben Alam Sebagai Media Filtrasi*. 7.
- Purwanti, E., Rahmadewi, R., Efelina, V., & Sugihartono, I. (2015). *Synthesis And Characterization Activated Carbon From Fish Bone By Using Activator Cacl2*. 4.
- Rachmah, Yunita Nur. (2020). Uji Toksisitas Akut Linier Alkylbenzene Sulfonate (Las) Dan Timbal (Pb) Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus Carpio L.*). *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.
- Firmanto, Rafli Puji. (2020). Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati Sebagai Adsorben Pengurangan Kandungan Timbal (Pb) Pada Air Limbah Dengan Menggunakan Sistem Batch. *Uinsa*.
- Said, N. I. (2001). *Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Proses Biologis Biakan Melekat Menggunakan Media Palstik Sarang Tawon*. 2, 18.
- Said, N. I. (2018). Teknologi Biofilter Anaerob-Aerob Untuk Pengolahan Air Limbah Domestik (Perkantoran, Rumah Sakit, Hotel Dan Domestik Industri). *Jakarta*.
- Said, N. I., & Marsidi, R. (2018). Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Air Indonesia*, 1(3).  
<https://doi.org/10.29122/jai.v1i3.2355>

- Siregar, Y. D. I., Heryanto, R., Lela, N., & Lestari, T. H. (2015). Karakterisasi Karbon Aktif Asal Tumbuhan Dan Tulang Hewan Menggunakan Ftir Dan Analisis Kemometrika. *Jurnal Kimia Valensi*, 103–116. <https://doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3146>
- Siswati, N. D., Martini, N., & Widyantini, W. (2015). *Pembuatan Arang Aktif Dari Tulang Ikan Tuna*. 4.
- Sitanggang, T., Shofiyani, A., & Syahbanu, I. (2017). *Karakterisasi Adsorpsi Pb(Ii) Pada Karbon Aktif*. 6, 7.
- SNI 6148.1:2013. (2013). *Ikan Bandeng (Chanos Chanos, Forskal) Bagian 1: Induk*.
- Solihin, D., Prasetiyani, D., Sari, A. R., Sugiarti, E., & Sunardi, D. (2020). *Pemanfaatan Botol Bekas Sebagai Penyaring Air Bersih Sederhana Bagi Warga Desa Cicalengka Kecamatan Pagedangan Kabupaten Tangerang*. 1(3), 5.
- Song, M., Wei, Y., Cai, S., Yu, L., Zhong, Z., & Jin, B. (2018). Study On Adsorption Properties And Mechanism Of Pb<sup>2+</sup> With Different Carbon Based Adsorbents. *Science Of The Total Environment*, 618, 1416–1422. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.268>
- Syarifudin, A. R., Maddusa, S. S., & Akili, R. H. (2018). *Analisis Kandungan Logam Berat Timbal Pada Air, Ikan, Kerang Dan Sedimen Di Aliran Sungai Tondano Tahun 2017*. 10.
- Timur, J. (2017). *Analisis Kualitas Kimia Produk Olahan Bandeng Asap*. 67.
- Tirono, M., & Sabit, A. (2011). *Efek Suhu Pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung*. 3(2), 10.
- Wang, W., Liu, Y., Song, S., & Cai, W. (2017). Facile Pyrolysis Of Fishbone Charcoal With Remarkable Adsorption Performance Towards Aqueous Pb (Ii). *Journal Of Environmental Chemical Engineering*, 5(5), 4621–4629. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.08.052>
- Wardalia. (2016). *Karakterisasi Pembuatan Adsorben Dari Sekam Padi Sebagai Pengadsorp Logam Timbal Pada Limbah Cair*. 6(2), 83–88.
- Wijianto. (2016). *Skripsi : Aktivitas Katalitik Kalsium Oksida (Cao) Tulang Ikan Terhadap Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas*. Jurusan Kimia

