



Efektifitas Penurunan Kadar Pb (*Timbal*) Limbah Cair Rumah Sakit Menggunakan Koagulan Alami

Awaliah Rahmat *

Institut Teknologi dan Kesehatan Tritunas Nasional Makassar, Indonesia

Alamat: Jalan Tamanggapa Raya No.168, Bangkala, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Korespondensi penulis: awaliahrahmat2296@gmail.com *

Abstract : *The presence of heavy metals in waste is one of the variables that can pollute and damage the environment. Lead is one of the chemical contents that can be found in hospital liquid waste. Hospital liquid waste comes from work unit processes throughout the hospital environment which contains dangerous chemicals so it needs to be processed before being discharged into the environment. Research has been carried out using the coagulation-flocculation method using sugar palm seeds as a biocoagulant. The aim of this research is to find out how the palm seed coagulant mass influences in reducing lead (Pb) levels. hospital wastewater with the addition of variations in coagulant mass, namely 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6% and 0.7%. From the filtrate resulting from coagulation-flocculation which was then analyzed based on the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number P.68 of 2016 concerning Domestic Wastewater Quality Standards, from the results of this research it is known that sugar palm seeds as a biocoagulant are able to reduce the most optimal PB concentration when the coagulant concentration is added to 0.6%.*

Keywords: *Lead, Hospital Liquid Waste, Coagulation-Flocculation, Palm Seeds*

ABSTRAK : Keberadaan logam berat pada limbah menjadi salah satu variable yang dapat mencemari dan merusak lingkungan. Timbal merupakan salah satu kandungan kimia yang dapat ditemukan pada limbah cair rumah sakit. Limbah cair rumah sakit berasal dari proses satuan kerja seluruh lingkungan rumah sakit yang mengandung bahan kimia berbahaya sehingga perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang kebadang lingkungan. Telah dilakukan penelitian menggunakan metode koagulasi-Flokulasi dengan memanfaatkan biji aren sebagai Biokoagulan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana pengaruh massa koagulan Biji Aren dalam menurunkan kadar Timbal (Pb). air limbah rumah sakit dengan penambahan variasi massa koagulan yakni 0,3%,0,4%,0,5%,0,6% dan 0,7%. Dari Filtrat hasil koagulasi-Flokulasi yang kemudian dianalisis berdasarkan Peraturan Menti Lingkungan hidup dan Kehutanan RI Nomor P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, Dari Hasil Penelitian ini diketahui bahwa Biji Aren sebagai Biokuagulan mampu menurunkan konsentrasi PB paling optimal pada penambahan konsentrasi koagulan 0.6 %.

Kata Kunci: Timbal, Limbah Cair Rumah Sakit, Koagulasi-Flokulasi, Biji Aren

1. LATAR BELAKANG

Menurut (Rahno et al., 2015) pesatnya pertumbuhan industry pelayanan kesehatan Indonesia memberikan kontribusi signifikan dalam menghasilkan limbah.

Salah satu penyumbang limbah cair terbesar berasal dari limbah rumah sakit. Indonesia diperkirakan memproduksi limbah padat rumah sakit sebesar 376.089 ton/hari dan produksi limbah cair 48.985,70 ton/hari (Astuti & Purnama, 2014) . Menurut (Weliyadi, 2016) Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan Rumah Sakit dalam bentuk padat, cair, pasta (gel) maupun gas yang dapat mengandung mikroorganisme pathogen bersifat infeksius, dan bahan kimia beracun yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia, memperburuk kelestarian lingkungan hidup apabila tidak dikelola dengan baik

Dalam proses pengolahan limbah cair, telah banyak ditemukan metode dan teknologi dalam proses pengolahannya. Salah satu yang umum digunakan adalah teknologi pengolahan air limbah dengan lumpur aktif. Namun penggunaan proses pengolahan ini dianggap kurang ekonomis karena biaya operasional cukup besar dan kontrol oprasinya cukup sulit (Poerwanto et al., 2015). Salah satu alternatif pengolah air limbah yang juga paling umum digunakan adalah dengan menggunakan metode koagulan. Tetapi metode ini dominan menggunakan bahan koagulan sintetik. Sehingga perlu dikembangkan penggunaan Biokuagulan alami yang tersedia dari bahan alam yang mudah didapatkan, mudah pengoprasiannya, yang memenuhi standar lingkungan dan ekonomis dalam penerepannya. Menurut (Haslinah, 2019) Penggunaan koagulan alami dilakukan sebisa mungkin untuk mengurangi penggunaan bahan sintesis dengan tujuan back to natural

Salah satu koagulan alami yang memiliki potensi sebagai koagulan alami adalah Biji Aren (*Arenga pinata Meer*). Menurut (Arief et al., 2017) ekstrak etanol dari biji aren salah satunya mengandung senyawa tannin. Senyawa tanin yang terdapat pada biji aren memiliki potensi sebagai kogualan alami. Sedangkan menurut (Kristianto et al., 2020) koagulan alami dapat digolongkan menjadi protein, polifenol, dan polisakarida (karbohidrat). Pada biji terdapat senyawa protein dan polisakarida yang memiliki potensi sebagai koagulan alami. Menurut (Hussin et al., 2017) Biji Aren memiliki kandungan protein 2,344%, karbohidrat 56,57%, dan serat kasar 10,52%.

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh massa koagulan biji aren (*Arenga piñata Meer*) dalam menurunkan parameter PB air limbah rumah sakit.

2. KAJIAN TEORITIS

Limbah yang dihasilkan dari instansi rumah sakit berada pada angka kuantitas yang cukup tinggi. Limbah yang dihasilkan rumah sakit berupa cair dan padat, mulai dari yang kurang berbahaya hingga yang berbahaya. Limbah rumah sakit dapat berupa limbah patologis seperti jaringan tubuh, darah dan organ tubuh. Selain limbah patologis masih banyak di temukan jenis-jenis limbah yang diperoleh dari aktivitas rumah sakit dan masuk dalam kategori limbah yang berbahaya seperti limbah radioaktif, limbah farmasetikal, dan limbah kimiawi. (Khusnuryani, 2008)

Menurut (Soepomo, 2009) rumah sakit sebagai salah satu penyedia layanan kesehatan berpotensi menimbulkan masalah lingkungan sebab rumah sakit menjadi penyumbang limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang cukup besar. Selain limbah B3, limbah cair juga dapat menimbulkan efek negatif pada kesehatan dan lingkungan. Limbah cair rumah sakit

adalah semua limbah cair yang berasal proses satuan kerja seluruh lingkungan rumah sakit yang mengandung bahan kimia berbahaya. Sehingga pengolahan limbah cair perlu dilakukan untuk melindungi masyarakat dari bahaya pencemaran lingkungan.

Menurut (Setyawan & Hartini, 2012) air limbah di rumah sakit berasal dari instalasi bedah sentral, laboratorium, radiologi, kebidanan, poliklinik, rawat jalan, instalasi gizi dan laundry dialirkan kedalam instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Volume buangan air limbah pada masing-masing rumah sakit berbeda beda, bergantung pada jumlah pasien dan rata-rata pemakaian air. Pada umumnya limbah rumah sakit sama halnya dengan limbah lain yaitu mengandung bahan-bahan organik dan nonorganik yang tingkat kandungannya dapat ditentukan dengan uji air kotor pada umumnya seperti BOD, COD, TSS, Pb dan Lain-lain. Sedangkan dalam teknik pengolahan air limbah secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian; yaitu pengolahan fisik, pengolahan kimia dan pengolahan biologis. Dalam pengaplisianya, ketiga jenis pengolahan tersebut dapat dilakukan secara bersamaan dan secara terpisah tergantung dari karakteristik air limbah yang akan diolah (Suryati, 2009).

Salah satu metode efisien untuk mengelolah limbah agar memenuhi standar buangan yaitu melalui proses koagulasi dengan pemanfaatan Biokuagulan. Biokuagulan merupakan kogulan alami yang dapat berperan dalam proses sidementasi partikel partikel kecil yang sulit mengendap dengan sendirinya. Biokugulan ini berfungsi untuk mengikat kotoran kotoran yang mengendap dalam air. Menurut (Irmayanti et al., 2019) penggunaan koagulan alami dilakukan untuk sedapat mungkin mengurangi penggunaan koagulan sintesis dengan kembali *Back to nature*. Salah satu alternatif yang tersedia secara lokal adalah penggunaan koagulan alami dari tanaman yang dapat diperoleh di sekitar kita.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Dyah Dwi Poerwanto dkk, yang memanfaatkan biji asam jawa sebagai Biokuagulan dalam menurunkan paremeter air limbah industry farmasi menunjukan hasil yang baik. Biji asam jawa dapat menurunkan parameter TSS, pH, BOD, dan NH_4^+ , pada limbah cair industry farmasi.

3. METODE PENELITIAN

Alat, Bahan dan Metode :

Alat utama pada penelitian ini adalah Jartest yang dapat dilihat pada gambar 1. Bahan Utama yang digunakan pada penelitian ini adalah Biji Aren dan air limbah Rumah Sakit. Biji aren diperoleh dari Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. Sampel air limbah pada penelitian ini adalah air limbah rumah sakit yang diperoleh dari Rumah sakit Umum Daerah Syekh Yusuf kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 1. Alat Jar test

Keterangan:

1. Wadah Larutan
2. Batang Pengaduk
3. Kontrol Pengaturan Kecepatan Pengadukan
4. Kontrol Pengaturan Waktu Pengadukan

Variabel tetap pada penelitian ini yaitu Jenis koagulan Alami (Biji Aren), Volume Sampel air limbah, kecepatan pengadukan, waktu pengadukan, dan waktu pengendapan. Sedangkan variabel bebasnya yaitu variasi massa koagulan yaitu 0.3%,0.4%,0.5%,0.6% dan 0.7%. Adapun parameter yang diuji yaitu Pb (*Timbal*)

Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap yaitu persiapan bahan baku dan tahapan koagulasi-Flokulasi menggunakan alat Jar test. Persiapan bahan baku dimulai dari preparasi koagulan Biji Aren dan Pengambilan sampel air limbah rumah sakit lalu kemudian dianalisis. Setelah persiapan bahan baku, proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan alat jar test. Sampel air limbah yang telah dianalisis kemudian ditambahkan koagulan biji aren dengan konsentrasi masing 0.3%,0.4%,0.5% dan 0.7%. setelah penambahan koagulan, sampel air limbah kemudian diputar dengan alat jar test dengan kecepatan pengadukan cepat 200 rpm, waktu pengadukan cepat 3 menit,

kecepatan pengadukan lambat 100 rpm, waktu pengadukan lambat 30 menit dan waktu pengendapan 30 menit. Selanjutnya hasil fitrat dari proses koagulasi-Flokulasi dilakukan analisis parameter PB dengan metode SNI 06.6989.46-2009

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Parameter Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah yang dianalisis dalam penelitian ini merupakan limbah cair yang diperoleh dari aktivitas kegiatan Rumah Sakit Umum Daerah Syekh Yusuf Kabupaten Gowa. Sumber air limbah rumah sakit Syekh Yusuf Gowa berasal dari kamar mandi, dapur, Laundry, ruang perawatan, Laboratorium dan ICU. Beberapa sumber air limbah tersebut memiliki potensi pencemaran logam berat berupa parameter PB. Pada penelitian ini melakukan pengolahan dengan memanfaatkan koagulan alami dari biji Aren. Hasil pengolahan air limbah akan diuji parameter PB. Dari hasil uji parameter tersebut akan dibandingkan dengan baku mutu lingkungan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.68/Menlh. Setjen/ kum.1/8/2016 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016) Tentang baku limbah air domestik dan Berdasarkan Peraturan Gubernur Sul-Sel Nomor 69 tahun 2010 tentang baku mutu dan kriteria kerusakan lingkungan hidup Lampiran II poin D.2 baku mutu air limbah bagi kegiatan rumah sakit.

Karakteristik air limbah rumah sakit Syekh Yusuf Gowa pada titik inlet dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Karakteristik Limbah Cair Rumah Sakit RSUD Syekh Yusuf Gowa

No	Parameter	Metode/ Alat	Satuan	Hasil Analisis	Standar baku mutu
1	Pb	SNI 06.6989.46-2019	mg/L	0,0131	0,005

Pada tabel.1 parameter PB yang dianalisa telah berada dibawah ambang batas baku mutu lingkungan karna proses pengolahan yang telah dilakukan oleh pihak rumah sakit. Pada penelitian ini, limbah rumah sakit tersebut dilakukan penambahan koagulan alami untuk melihat apakah terjadi penurunan kada Pb setelah dilakukan proses pengujian.

Preparasi Koagulan Biji Aren

Pemilihan koagulan biji aren diambil dari buah aren yang matang. Buah aren yang telah matang memiliki warna kuning kecoklatan dan jatuh sendiri dari tangkainya. Buah aren yang masih utuh kemudian dilakukan proses pemisahan antara kulit buah dengan endosperma biji

aren untuk mendapatkan biji aren yang siap dijadikan serbuk. Dalam satu buah aren menghasilkan tiga endosperma biji aren.

Pada proses pemisahan kulit buah dan endosperme biji aren terlebih dahulu buah aren harus di masak untuk memudahkan proses pemisahan. Hal ini dilakukan karena tekstur kulit buah aren yang keras meski sudah matang. Setelah melakukan proses pemisahan antara biji aren dan kulit buah aren selanjutnya Biji aren yang telah didapatkan kemudian direndam dalam air selama 1x 24 jam. Proses ini bertujuan untuk membersihkan biji aren dari kontaminasi unsur dan zat yang tidak diinginkan selama proses pemisahan Biji aren dengan kulit buah.

Proses selanjutnya adalah sortasi dan pengirisan, tujuan sortasi pada proses ini untuk memilih Biji Aren yang layak untuk dijadikan serbuk setelah proses perendaman dalam air. Kriteria biji Aren yang layak dijadikan serbuk adalah biji aren yang memiliki tekstur yang tidak terlalu keras dan berwarna putih. Sedangkan dalam proses pengirisan memiliki tujuan agar Biji aren mudah untuk dikeringkan dan dihaluskan. Biji aren yang telah di iris kemudian dijemur agar mempermudah dalam proses pengilingan.

Setelah melaku proses pengeringan, biji aren kemudian dihaluskan dengan menggunakan Belender. Untuk mendapatkan koagulan yang lebih baik, Biji aren yang telah dihaluskan dengan blender kemudian diayak untuk memperoleh serbuk biji aren yang efektif dalam proses koagulasi dan Flokulasi. Selanjutnya serbuk biji Aren di oven pada suhu 150 derajat Celcius selama 30 menit. Proses pemanasan selama 30 menit merupakan waktu yang idial untuk penguapan untuk menghilangkan kadar air pada koagulan, karena suhu dalam rentang 30 menit berada pada keadaan konstan. Sedangkan suhu 150 derajat Celcius dipilih, dikarenakan air akan menguap diatas suhu 150 derajat celcius. Tujuan utama dari proses pengovenan adalah untuk menghilangkan kadar air dari serbuk koagulan Biji aren.

Pengaruh Variasi Dosis Koagulan Terhadap Konsentrasi Pb

Keberadaan logam berat dalam limbah cair rumah sakit memiliki dampak yang signifikan pada lingkungan dan terlebih pada kesehatan manusia itu sendiri. Menurut (Supriyanto et al., 2013) logam berat merupakan polutan yang berbahaya bagi makhluk hidup yang mengalami keterpaparan oleh unsur ini. Hal ini dikarenakan unsur logam berat merupakan unsur yang bersifat Nondegradeble atau tidak dapat dimusnahkan sehingga terus ada pada alam. Selain bersifat degradable, logam berat memiliki kemampuan daya racun yang tinggi dan dapat terakumulasi kedalam tubuh makhluk hidup sehingga keberadaanya dilingkungan sangat tidak diharapkan.

Sifat degredable logam berat yang tidak bisa di hilangkan dari alam dan menjadi salah satu faktor penyebab tingkat pencemaran yang tinggi pada lingkungan sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadarnya agar tidak terlalu mencemari lingkungan dan berdampak pada ekosistem yang lain. Keberadaan logam berat dalam limbah cair rumah sakit dikategorikan sebagai limbah B3 yang sangat berbahaya jika tidak diolah dan langsung dibuang kebadang lingkungan.

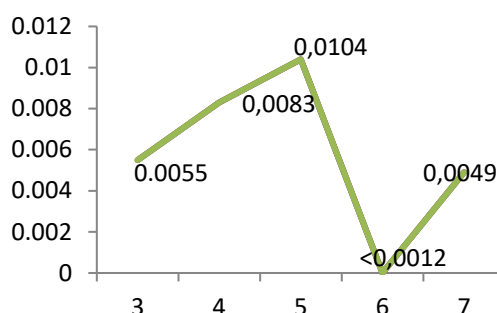
Pada penelitian ini memanfaatkan Biokuagulan Biji Aren untuk menurunkan kadar Pb pada limbah cair RSUD syekh Yusuf kabupaten Gowa. Nilai Pb limbah RSUD Syekh Yusuf Gowa berdasar analisis awal yaitu 0,0131mg/L. nilai tersebut sudah berada dibawah ambang batas maksimum yang diperbolehkan yaitu 0.005 mg/ L. Pada penelitian ini, nilai Pb dari limbah cair RSUD syekh yusuf Gowa yang diolah menggunakan koagulan alami Biji aren mengalami perubahan nilai konsentrasi yang fluktuatif yaitu terjadi perubahan kenaikan dan penurunan nilai konsentrasi dari masing masing variasi dosis yang diberikan. Nilai parameter Pb pada air limbah RSUD Syekh Yusuf Kabupaten Gowa menggunakan variasi dosis kuagulan biji Aren dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 2 Hasil Analisis Parameter Pb

No	Variasi dosis Koagulan (gram)	Konsentrasi Pb	Konsentrasi Pb
		Awal (mg/L)	Akhir (mg/ L)
1	3	0,0131	0.0055
2	4	0,0131	0.0083
3	5	0,0131	0.0104
4	6	0,0131	<0.0012
5	7	0,0131	0.0049

Pada tabel 1.2 menunjukan bahwa angka penurunan nilai Pb dari masing masing variasi dosis yang diberikan menunjukan nilai yang fluktuatif. Meski demikian nilai- nilai tersebut mengalami penurunan dari nilai pB awal sebelum perlakuan yaitu sebesar 0.0131 mg/L. pada pemberian dosis 3,4, dan 5 nilai Pb terus mengalami peningkatan secara berturut turut yaitu 0,0055 mg/L, 0.0083 mg/L dan 0.00104 mg/L dan berada diatas batas maksimum yang diperbolehkan. sedangkan pada pemberian dosis optimun 6 gram dan 7 gram nilai Pb mengalami penurunan secara signifikan yaitu 0.0012 dan 0.0049 dan berada dibawah batas maksimum yang diperbolehkan.

Grafik hubungan variasi dosis koagulan biji Aren dengan Pb dapat dilihat pada Gambar 1.1



Grafik 1 Hubungan Pb dengan Variasi Dosis Koagulan Variasi Dosis(Gram)

Pada gambar 1.1 menunjukkan bahwa penambahan Dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap presentasi penurunan kadar Pb. Nilai penurunan kadar Pb yang paling optimun yaitu pada saat pemberian dosis koagulan 6 Gram dengan nilai penurunan <0.0012. Perbedaan dosis serbuk biji aren memberikan pengaruh pada penurunan timbal ini dikarenakan adanya proses adsorbsi. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Supriyanto et al., 2013) yang memanfaatkan Biji kelor untuk menurunkan kadar Pb menyebutkan bahwa kadar timbal turun dikarenakan adanya proses adsorbsi, dimana timbal akan menempel pada permukaan adsorben kemudian akan mengendap.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penambahan dosis koagulan baik dari dosis rendah sampai pada dosis tinggi telah menurunkan kadar Pb secara signifikan dari kadar Pb awal sebelum penambahan koagulan. Semakin tinggi dosis koagulan yang diberikan maka semakin besar tingkat adsorbsi antara serbuk biji aren dengan Timbal yang ada pada larutan sampel. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1.1 dimana pemberian dosis 6 gram dan 7 gram nilai penurunan konsentrasi menunjukkan nilai penurunan yang optimal. Disamping itu dengan penambahan Dosis Koagulan Biji Aren dengan dosis tinggi maka semakin tinggi zat aktif dari biji aren untuk menyerap kadar Pb dalam sampel air limbah.

Proses kogulasi dan Flokulasi yang berlangsung pada proses pengolahan sampel berperan penting dalam menurunkan kadar Pb. Zat koagulan yang digunakan memiliki kandungan protein merupakan polielektrolit yang mempunyai kemampuan membentuk Flok dalam medium cair. Flok yang terbentuk merupakan ikatan antara senyawa aktif serbuk biji aren dengan partikel Pb dalam air. Penambahan dosis kogulan yang tinggi menyebabkan nilai penurunan kadar Pb yang signifikan meski angka yang didapatkan pada penelitian ini bersifat fluktuasi dikarenakan beberapa faktor pada saat proses jartest berlangsung, seperti waktu pengadukan, kecepatan pengadukan. Kedua faktor tersebut berperan dalam proses pengikatan (kontak)

antara zat aktif koagulan dan partikel Pb dalam air. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kedua Faktor tersebut dengan perlakuan Variabel variasi waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan.

Pada penelitian ini kondisi paling idial dalam menurunkan kadar Pb ditinjau dari hubungan Variasi dosis koagulan biji aren dengan kecepatan pengadukan 200 rpm (cepat) dan 100 rpm (lambat) dan waktu pengadukan cepat 3 menit dan pengadukan lambat 30 menit serta pengendapan selama 60 menit yaitu pada dosis 6 gram. Meski demikian dengan penambahan koagulan biji aren berpengaruh signifikan secara statistik terhadap konsentrasi timbal dimana setiap variasi dosis yang diberikan secara keseluruhan menurunkan Kadar Pb dari konsentrasi awal sebelum perlakuan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa koagulan Biji aren memiliki efektifitas dalam menurunkan kadar Pb limbah cair rumah sakit. Koagulan Biji aren dapat menurunkan konsentrasi Pb pada pemberian dosis 6 g/1000 ml larutan sampel dan pemberian dosis 7 g/ 1000 ml larutan sampel yang sesuai dengan standar baku mutu lingkungan untuk parameter Pb.

Saran dari penelitian ini, perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan melakukan variasi waktu pengadukan.

DAFTAR REFERENSI

- Arief, D. A., Sangi, M., & Kamu, V. S. (2017). Skrining Fitokimia Dan Uji Toksisitas Ekstrak Biji Aren (*Arenga pinnata* MERR.). *Jurnal MIPA*, 6(2), 12. <https://doi.org/10.35799/jm.6.2.2017.16928>
- Hussin, A. S. M., Che Wan Sapawi, C. W. N. S., Anzian, A., & Ramli, H. B. (2017). Aqueous extraction, purification and characterization of galactomannans from Aren sugar palm (*Arenga pinnata*) fruits. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 7(4), 1148–1154. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.7.4.1760>
- Haslinah, A. (2019). OPTIMALISASI SERBUK BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) SEBAGAI KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN TURBIDITAS DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 11(02), 1629–1633. <https://doi.org/10.47398/iltek.v11i02.80>
- Irmayanti, I., Anwar, C., & Aprita, I. R. (2019). Efektivitas Kernel Kelor dan Ampas Kernel Kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai Biokoagulan dan Desinfektan Alami pada Pengolahan Air Sungai. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 5 (1), 10. <https://doi.org/10.29303/jstl.v5i1.101>

- Khusnuryani, A. (2008). Mikrobial Sebagai Agen Penurun Fosfat Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit. *Seminar Nasional Aplikasi Sains and Teknologi*, 144–151.
- Kristianto, H., Jennifer, A., Sugih, A. K., & Prasetyo, S. (2020). Potensi Polisakarida dari Limbah Buah-buahan sebagai Koagulan Alami dalam Pengolahan Air dan Limbah Cair: Review. *Jurnal Rekayasa Proses*, 14 (2), 108. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.57798>
- Poerwanto, D. D., Hadisantoso, E. P., & Isnaini, S. (2015). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) Sebagai Koagulan Alami Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi. *Al-Kimiya*, 2(1), 24–29. <https://doi.org/10.15575/ak.v2i1.349>
- Rahno, D., Roebijoso, J., & Leksono, A. S. (2015). Pengelolaan Limbah Medis Padat di Puskesmas Borong Kabupaten Manggarai Timur Propinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, 6 (1), 22–32.
- Supriyanto, B., Nurullita, U., Masyarakat, F. K., & Semarang, U. M. (2013). Efektivitas Variasi Dosis Dan Lama Waktu Kontak Serbuk Biji Kelor (Moringa Oleifera) Terhadap Penurunan Timbal (Pb) Pada Air Sungai. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 8(2), 12–21.
- Setyawan, A. B., & Hartini, E. (2012). Rumah Sakit Dengan Sistem Bio Natural. *Jurnal Visikes*, 11 (1), 70–79.
- Suryati. (2009). Cut Meutia di Kota Lhokseumawe. *Karangan Asli Majalah Kedokteran Nusantara*, 42 (1), 41.
- Weliyadi, lia F. ; E. (2016). Uji Efektifitas Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Pertamedika Menggunakan Sistem Biofilter Aerob-Anaerob. *Harpodon Borneo*, 9(2), 111–122. <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/harpodon/article/view/155>