

Optimasi Removal Logam Pb Sungai Porong Sidoarjo Terdampak Lumpur Lapindo Menggunakan Biokoagulan Ekstrak Daun Mangga

Nabila Nur Fauziah Putri Asmarani, Moch. Faisal Basri, Rajib Naji Sabri, Laily Noer Hamidah*, dan Khilyatul Afkar
Teknik Lingkungan, Universtas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia
*enha.laily@gmail.com

OPEN ACCESS

Citation: Nabila Nur Fauziah Putri Asmarani, Moch. Faisal Basri, Rajib Naji Sabri, Laily Noer Hamidah, dan Khilyatul Afkar. 2024. Optimasi Removal Logam Pb Sungai Porong Sidoarjo Terdampak Lumpur Lapindo Menggunakan Biokoagulan Ekstrak Daun Mangga. *Journal of Research and Technology* Vol. 10 No. 1 Juni 2024: Page 83–90.

Abstract

The Lapindo mud is an eruption event caused by excessive soil excavation, leading to contamination in the surrounding area, including the Porong River. Biocoagulants are natural coagulants that can act as flocculants to bind pollutants. This study aims to determine and identify the effectiveness of mango leaves as a biocoagulant in reducing turbidity and heavy metals in the Porong River water. The method used is maceration using ethanol with a concentration of 96% and 70%. The use of different ethanol concentrations creates diverse sample variations. Sample treatment with the biocoagulant involves both rapid and slow stirring. From the results of the study, the maximum reduction of Pb is achieved in variation E using 0.06 ml of 96% ethanol, with 20 minutes of rapid stirring and 40 minutes of slow stirring, resulting in an efficiency of 79.31%. For Cd, the best reduction efficiency is in variation J using 0.06 ml of 70% ethanol, with 15 minutes of rapid stirring and 30 minutes of slow stirring, resulting in an efficiency of 92%. The highest TDS reduction is observed in sample variation F. The findings suggest that mango leaf extract can serve as a natural biocoagulant to reduce the levels of heavy metals in the water of the Porong River.

Keywords: Heavy Metals, Mango Leaves, Biocoagulants, Maceration, Ethanol.

Abstrak

Lumpur lapindo merupakan peristiwa semburan lumpur yang disebabkan oleh penggalian tanah yang berlebihan dan menyebabkan pencemaran disekitar lokasi penyemburan termasuk sungai Porong. Biokoagulan adalah koagulan alami yang dapat berfungsi sebagai flok untuk mengikat bahan pencemar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi seberapa besar kemampuan daun mangga sebagai biokoagulan untuk menurunkan kekeruhan dan logam berat pada air sungai Porong. Metode yang digunakan adalah metode maserasi menggunakan etanol dengan kadar 96% dan

70%. Kedua etanol dengan kadar yang berbeda dapat menjadikan variasi sampel yang beragam. Pengontakan sampel dengan biokoagulan menggunakan pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, variasi penurunsn Pb yang maksimal adaa pada variasi E menggunakan etanol 96% 0,06 ml dengan waktu 20 menit pengadukan cepat, 40 menit pengadukan lambat dengan efisiensi penurunan sebesar 79,31 %. Pada Cd efisiensi penurunan yang terbaik pada variasi J menggunakan etanol 70% 0,06 ml dengan waktu pengadukan cepat 15 menit, pengadukan lambat 30 menit dengan efisiensi penurunan 92%. Sedangkan penyisihan TDS yang maksimal ada pada sampel variasi F yaitu pada sampel variasi F. Dengan hasil yang telah ada menjadikan temuan baru bahwa ekstrak daun mangga dapat berfungsi sebagai biokoagulan alami yang dapat menurunkan kadar logam berat dalam air sungai Porong.

Keywords: Logam Berat, Daun Mangga, Biokoagulan, Maserasi, Etanol.

1. Pendahuluan

Pencemaran yang ditimbulkan peristiwa lumpur lapindo sangat beragam, namun yang paling berbahaya adalah pencemaran logam berat. Pada bulan November 2006, lumpur panas Lapindo telah menutupi sekitar 250 hektar lahan, termasuk tujuh desa, sawah, perkebunan tebu, dan saluran-saluran irigasi, serta jalur transportasi (Sukmasari *et al.*, 2019). Banyak material yang keluar dari Lumpur Lapindo seperti pasir, berbagai logam berat, dan mineral langka. Hal ini mengakibatkan kekeruhan dan juga pencemaran logam berat pada sungai Porong mengingat lumpur Lapindo langsung bermuara ke Sungai Porong. Menurut Tarzan Purnomo (2017), ahli biologi dari Universitas Negeri Surabaya (UNESA) menyatakan bahwa paparan logam berat seperti Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Selenium (Se) sudah mengontaminasi lahan pertanian masyarakat sekitar Lumpur Lapindo maupun aliran air pada sungai. Hasil pertanian yang mengandung Kadmium jika dikonsumsi akan membahayakan tubuh manusia dan berpotensi merusak fungsi hati dan ginjal (Sarprastp, 2022). Sekalipun pada konsentrasi rendah, tetap berpengaruh pada gangguan paru, emfisema dan penyakit tubularditis ginjal kronik (Sarprastp, 2022). Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Khoiroh (2014), pada sedimen sungai Porong, kadar Kadmium (Cd) mencapai 0,2571 ppm, kandungan timbal (Pb) mencapai 3,1018 ppm. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan No 907/2002, ambang batas kadmium dalam perairan adalah 0,003 ppm dan timbal adalah 0,05 ppm (Novita, 2020). Salah satu teknologi ramah lingkungan yang banyak digunakan dalam menurunkan kekeruhan dan logam berat adalah koagulasi-flokulasi yang umumnya berbahan dasar zat kimia kurang ramah lingkungan. Riset ini bertujuan membuat biokoagulan alami yang ekonomis dan berbahan dasar daun mangga yang mengandung tanin dan saponin dimana dua zat tersebut merupakan bahan dasar dari biokoagulan (Setyawardhani *et al.*, 2020). Riset ini dilakukan untuk

mengidentifikasi kemampuan daun mangga sebagai biokoagulan untuk menurunkan kekeruhan dan logam berat pada air sungai Porong. Berbagai variasi dilakukan untuk mengetahui dan meningkatkan kemampuan biokoagulan dari daun mangga dalam menurunkan kekeruhan dan logam berat.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Riset

Waktu pelaksanaan riset adalah 5 (lima) bulan. Pengambilan sampel air dan tanah dilakukan di area semburan Lumpur Lapindo (Kecamatan Porong, Sidoarjo) dan uji kekeruhan serta analisa uji logam Pb dilakukan di UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Sidoarjo. Uji logam Cd dilakukan di UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Mojokerto, sedangkan proses riset dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang dibutuhkan pada riset ini antara lain: daun mangga, Etanol 96%, Etanol 70%, kertas saring, aquades, dan sarung tangan. Alat yang digunakan pada riset ini antara lain: gelas beker 2 L, gelas ukur 100 mL, magnetic stirrer, hot plate, oven, blender, pengaduk kaca, gunting, dan ayakan 60 mesh

2.3 Variabel Riset

Variabel bebas pada riset ini adalah penambahan biokoagulan pada sampel air Sungai Porong. Adapun variasi dari riset ini meliputi volume biokoagulan yang ditambahkan (0,25 dan 0,30 mL), waktu pengadukan cepat (15, 20, dan 25 menit) pada 300 rpm, pengadukan lambat (30, 40, dan 50 menit) pada 80 rpm, dan konsentrasi pelarut (Etanol 70% dan 96%). Variabel terikat pada riset ini adalah hasil penurunan kadar kekeruhan serta logam Pb dan Cd.

2.4 Tahapan Riset

Susunan rumusan masalah yang akan menjadi kajian dalam penelitian ini diawali dengan studi literatur dan penyusunan proposal, kemudian mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Uji awal kandungan Pb dan Cd pada air sungai Porong efektif dari pembuatan biokoagulan. Pembuatan biokoagulan berasal dari daun mangga. Penyisihan logam Pb dan Cd pada sampel air sungai. Pengujian hasil pengolahan air sungai. Penyusunan proposal kemajuan. Penyusunan laporan akhir. Publikasi jurnal ilmiah dan pemenuhan luaran.

2.5 Prosedur Riset

Preparasi bahan diawali dengan pencucian daun mangga hingga bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1 hari, lalu dioven pada 105 °C selama 1 jam untuk mengoptimalkan pengeringan (Badri, 2021), setelah itu dihaluskan dan diayak pada ukuran 60 mesh (Setyawati et al., 2019). Preparasi sampel menggunakan air sungai Porong dengan metode pengambilan contoh uji air permukaan berdasarkan SNI 06-698957:2008. Pembuatan Biokoagulan dengan Metode Ekstraksi-Maserasi diawali dengan daun mangga yang telah dipreparasi diambil sebanyak 30 g dimaserasi dengan etanol (70% dan 96%) 750 mL selama 2 hari (Kurniawan et al., 2021) kemudian disaring dan ekstrak dipisahkan dengan pelarutnya menggunakan alat *rotary evaporator* hingga volume 75 ml pada masing-masing pelarut.

Proses penurunan kadar kekeruhan dan logam berat (Pb dan Cd) diawali dengan menuangkan 1 L sampel air sungai porong, kemudian ditambahkan variasi volume dan konsentrasi pelarut koagulan dengan pengadukan cepat 300 rpm dengan variasi waktu yang digunakan yaitu 15,20, 25 menit dan pengadukan lambat 50 rpm 15 menit (Ritonga, 2021). Setelah dilakukan pengadukan, sampel diendapkan selama 1 hari. Selanjutnya sampel diuji untuk mengetahui penyisihan kekeruhan dan logam Pb dan Cd.

2.6 Indikator Capaian

Indikator capaian pada riset ini antara lain efektivitas penyisihan kekeruhan kadar logam Pb dan Cd pada sampel minimal 20%. Daun mangga menghasilkan ekstrak yang digunakan sebagai biokoagulan lebih dari 40% dari hasil maserasi. Hasil penyisihan logam Pb dan Cd serta kekeruhan memenuhi baku mutu air kelas 3 berdasarkan PP Nomor 22 tahun 2021.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pembuatan Biokoagulan

Daun mangga yang sudah dibersihkan lalu dikeringkan dibawah panas matahari dan dioven pada suhu 105°C selama 1 jam untuk mengoptimalkan pengeringan (Badri, 2021). Daun mangga yang telah kering diayak dengan ayakan 60 mesh dan diberi pelarut etanol 70% dan 96% untuk mendapatkan jenis konsentrasi pelarut terbaik yang mengekstrak daun mangga yang akan digunakan sebagai biokoagulan. Bentuk fisik biokoagulan menggunakan pelarut 96% berwarna hijau pekat dengan endapan serbuk lebih banyak. Sedangkan pada biokoagulan menggunakan pelarut 70% berwarna kekuningan pekat dengan endapan serbuk lebih sedikit



Gambar 1. Perbandingan Warna pada Biokoagulan

3.2 Pengolahan Air Sungai Porong dengan Biokoagulan Daun Mangga

Hasil uji pendahuluan sampel sungai Porong yang dilakukan di UPT Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Sidoarjo menghasilkan Timbal (Pb) terlarut dengan hasil <0,087 mg/L dan di UPT Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Mojokerto

menghasilkan 0,060 mg/L. Hasil pengolahan air sungai porong dengan biokoagulan daun mangga ada pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji AAS pada Sampel Sungai Porong

Variasi	Waktu Pengadukan (menit)	Volume Etanol (mL)		Sebelum Kontak			Setelah Kontak		
		Konsentrasi		Parameter (mg/L)			Parameter (mg/L)		
		70%	96%	Pb	Cd	TDS	Pb	Cd	TDS
A	15	-	0,05	0,087	0,06	2.618	0,033	0,0078	2.530
B	20	-	0,05	0,087	0,06	2.618	0,046	0,0080	2.064
C	25	-	0,05	0,087	0,06	2.618	0,020	0,0089	2.005
D	15	-	0,06	0,087	0,06	2.618	0,036	0,0101	2.509
E	20	-	0,06	0,087	0,06	2.618	0,018	0,0106	2.331
F	25	-	0,06	0,087	0,06	2.618	0,021	0,0096	1.909
G	15	0,05	-	0,087	0,06	2.618	0,051	0,0110	2.595
H	20	0,05	-	0,087	0,06	2.618	0,062	0,0059	2.530
I	25	0,05	-	0,087	0,06	2.618	0,058	0,0052	2.427
J	15	0,06	-	0,087	0,06	2.618	0,068	0,0048	2.388
K	20	0,06	-	0,087	0,06	2.618	0,084	0,0062	2.294
L	25	0,06	-	0,087	0,06	2.618	0,068	0,0254	2.126

Penambahan biokoagulan sebanyak 0,05 mL dengan etanol 96% dan waktu kontak 20 menit (variasi E) mampu menyisihkan logam Pb paling besar yaitu dari 0,087 mg/L menjadi 0,018 mg/L. Hal ini disebabkan daun mangga yang mengandung senyawa organik yang bermuatan negatif yang mampu mengikat logam berat yang bermuatan positif (Bija, 2020). Lamanya waktu pengadukan juga berpengaruh dalam pengikatan logam berat Pb dengan biokoagulan. Hal ini disebabkan pengadukan dapat mengikat logam berat pada yang terkandung dalam sampel air sungai Porong. Penambahan biokoagulan sebanyak 0,06 mL dengan etanol 70% dan waktu kontak 15 menit (variasi J) mampu menyisihkan logam Cd paling besar yaitu dari 0,06 mg/L menjadi 0,0048 mg/L. Daun mangga yang mengandung flavonoid, saponin, tanin galat, tanin katekat, kuinon dan steroid atau tripenoid (Widijanti dan Bernard, 2007) yang bersifat polielektrolit yang memiliki gugus karboksil, hidroksil, dan amida yang bermuatan negatif mampu mengikat partikel-partikel yang bermuatan positif didalam air.

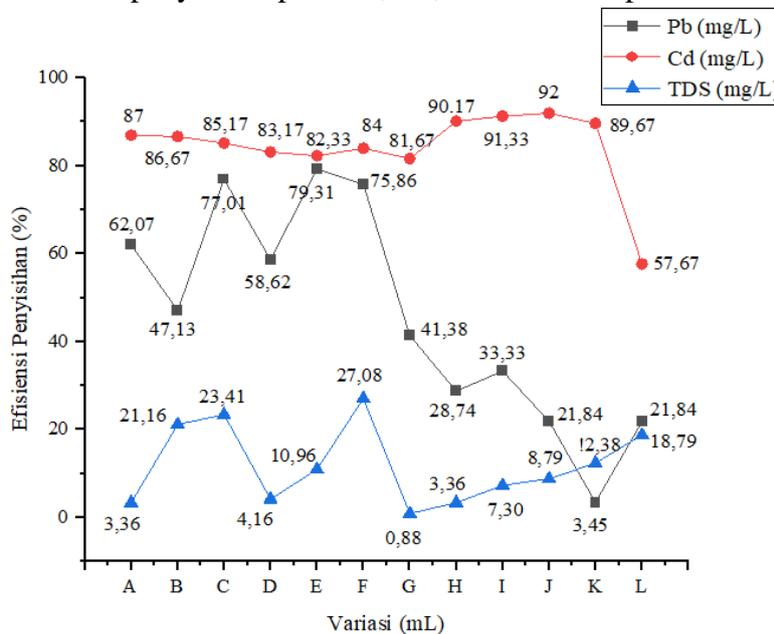
Penambahan biokoagulan sebanyak 0,05 mL dengan etanol 96% (variasi F) dan waktu kontak 25 menit mampu menyisihkan TDS dari 2.618 mg/L menjadi 1.909 mg/L. Koagulan yang ditambahkan kedalam sampel dan diikuti dengan pengadukan cepat, protein kationik yang dihasilkan daun mangga akan terdistribusi ke seluruh bagian cairan dan kemudian berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negatif penyebab kekeruhan yang terdispersi (Bramantyo, 2014). Interaksi tersebut mempengaruhi gaya yang menyebabkan stabilitas partikel menjadi terganggu, sehingga bisa berikatan dengan partikulat kecil membentuk endapan.

3.3 Efisiensi Penurunan Logam Pb dan Cd dengan Biokoagulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, koagulan dari daun mangga dapat menurunkan kadar logam dalam sungai Porong. Hal ini bisa disebabkan penambahan koagulan akan membentuk flok dan menarik logam-logam tersebut ke dalam flok (Bramantyo, 2014). Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), termasuk logam-logam berat. Penurunan kadar logam ini juga mungkin terjadi karena protein kationik dari daun mangga berikatan dengan muatan negatif dari senyawa yang mengikat ion-ion logam tersebut sehingga ion logam terendapkan pH alkali yang ditimbulkan oleh penambahan koagulan juga memungkinkan ion logam yang bermuatan positif terendap sebagai hidroksida logam yang tidak larut karena melepaskan gugus OH⁻. Penyisihan kadar Pb, Cd, dan TDS dapat dihitung dengan rumus efisiensi berikut:

$$\text{Efisiensi penyisihan} = \frac{\text{hasil awal} - \text{hasil akhir}}{\text{hasil awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Efisiensi penyisihan pada Pb, Cd, dan TDS ada pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik Efisiensi Penyisihan Pb, Cd, dan TDS

Gambar 2 menunjukkan bahwa penyisihan Pb paling besar pada variasi E yaitu sebesar 79,31%. Hal ini disebabkan oleh salah satu senyawa kandungan daun mangga yaitu tanin merupakan senyawa polifenol atau fenolik kompleks yang larut di dalam air. Penggunaan pelarut etanol yang mampu melarutkan tanin pada daun mangga juga mempengaruhi pengikatan partikel yang bermuatan positif untuk menempel dan nantinya akan menjadi flok yang mengendap (Kurniawan, 2021).

Penyisihan Cd paling besar pada variasi J yaitu sebesar 92%. Muatan positif yang terdapat pada daun mangga yaitu tanin akan berikatan dengan muatan negatif pada air tambang batubara seperti asam humus yang terdiri dari asam humat, asam fulvat dan humin sehingga partikel-

partikel pengotor dalam air bergabung membentuk flok dan mengendap secara gravitasi, tanin dapat menjembatani pembentukan koloid yang dikoagulasi (Afifi, 2018). Senyawa tanin dapat mampu membentuk kompleks dengan logam. Tanin dapat menyerap logam-logam berat seperti Cr, Cd, Fe, Pb, Mn dan lainnya (Marlinda, 2022).

Penyisihan TDS paling besar pada variasi F yaitu sebesar 27,08. Hal ini disebabkan adanya proses ionisasi yang menghasilkan ion karboksilat dan proton, dimana muatan proton menarik elektron (koloid) membentuk kelompok netral lalu menghasilkan flok.

4. Kesimpulan

Penyisihan Pb yang maksimal pada variasi E yaitu sebesar 79,31% dengan waktu pengadukan cepat selama 20 menit menggunakan pelarut etanol 96% dengan volume 0,06ml. Penyisihan Cd yang maksimal pada variasi J yaitu sebesar 92% dengan waktu pengadukan cepat selama 15 menggunakan pelarut etanol 70% dengan volume 0,06ml. Dan penyisihan TDS yang maksimal pada variasi F yaitu sebesar 27,08% dengan waktu pengadukan cepat selama 25 menit menggunakan pelarut etanol 96 % dengan volume 0,06ml.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Riset dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini. Terima kasih kepada Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini. Terima kasih kepada dosen pembimbing yang senantiasa menuntun dan memberikan arahan untuk penelitian ini.

Adapun kontribusi masing-masing penulis yaitu Penulis 1 melakukan preparasi bahan yang akan dijadikan biokoagulan. Penulis 2 melakukan pengambilan sampel dan uji kandungan dalam air sungai Porong. Penulis 3 melakukan pengontakan biokoagulan dengan berbagai variasi sampel air sungai Porong. Penulis 4 melakukan analisis data. Penulis korespondensi meninjau dan membimbing jalannya penelitian

REFERENCES

- Afifi, R., Erlin, E. dan Rachmawati, J. (2018) 'Uji Anti Bakteri Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi L*) Terhadap Zona Hambat Bakteri Jerawat *Propionibacterium Acnes* Secara *In Vitro*'. *Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 10(01): 10.
- Badri, Hi., 2021. Efektivitas Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Biokoagulan Menggunakan Metode Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Filtrasi terhadap Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan UD. Nagata Tuna, *Tugas Akhir*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Bija, S., Yulma., Imra., Aldian., Akbar, M., Anhar, R. 2020. Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Limbah Sisik Ikan Bandeng dan Aplikasinya terhadap Nilai BOD dan COD Limbah Tahu di Kota Takaran. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 1(23): 86- 92.
- Bramantyo, A, E, & Anang, M. 2014. Pembuatan Biokoagulan dari Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Pengganti Koagulan Sintesis (Tawas). *Tugas Akhir*. Program Studi D III Teknik Kimia. ITS

- Cissouma, A.I. Tounkara, F., Nikoo, M., Yang, N. and Xu, X., 2013. Physico-Chemical Properties and Antioxidant Activity of Roselle Seeds Extracts. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5: 1483-1489.
- D.A. Setyawardhani, C.M. Saputri, N. Ni'mah. 2020. Pembuatan dan Uji Organileptik Hand Sanitizer dari Daun Mangga (*Mangifera indica*) dengan Metode Maserasi. *Journal of Chemical Engineering*. 4(1): 2-7.
- Kurniawan, F.P., Aprilianto, V.T., Wahyudi, B., 2021. Ekstraksi Crude Tanin dari Kulit Buah Maja dengan Metode Sonikasi. *Journal of Chemical and Process Engineering*. 2 (1):59– 62.
- Marlinda., Yuli, P., Windha, L., Dhea, p, p., M. Aji, P. 2022. Efektivitas Biokoagulan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh dalam Menurunkan Kadar Fe dan Mn dari Air Tambang Batu Bara. *Seminar Nasional Penelitian&Pengabdian kepada Masyarakat*. 184-189.
- Pratama, Wardana dan Sutrisno. 2016. Penggunaan Cangkang Udang Sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar TSS, Kekeruhan dan Fosfat pada Air Limbah Usaha Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 5(2): 1483-1489.
- Ritonga, H., 2021. Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Lidah Buaya (*Aloe vera*) dan Biji Kelor (*Moringa oleifera*). Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Setyawati, E.E.P., Setiawan, A., Dewi, T.U., 2019. Biokoagulan Biji Trembesi (*Samanea saman*) dan Daun Mimba (*Azadirachta indica*) dalam Mengolah Air Limbah Industri Asam Fosfat. *National Conference Proceeding on Waste Treatment Technology Program*. 2 (1): 115–120.
- Ritonga, H., 2021. Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Lidah Buaya (*Aloe vera*) dan Biji Kelor (*Moringa oleifera*). Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Setyawati, E.E.P., Setiawan, A., Dewi, T.U., 2019. Biokoagulan Biji Trembesi (*Samanea saman*) dan Daun Mimba (*Azadirachta indica*) dalam Mengolah Air Limbah Industri Asam Fosfat. *National Conference Proceeding on Waste Treatment Technology Program*. 2 (1): 115–120.
- Teh CY, (2016) Recent Advancement of Coagulation-Flocculation and Its Application in Wastewater Treatment. *Industrial Engineering Chemical Research*. 55(16): 4363-4389
- Widijanti, A., dan T.R Bernard. (2007). Pemeriksaan Laboratorium Penderita Diabetes Melitus. Laboratorium Patologi Klinik RSUD Dr. Saiful Anwar. <http://www.tempo.co.id/medika/online/tmp.online.old/pus-1.htm>. 25 Februari 2023.