AgriTechno
Jurnal Teknologi Pertanian

Jurnal Agritechno, Vol. 19, No. 2, Oktober 2026
http://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/at
ISSN Online : 2656-2413
ISSN Print : 1979-7362

OPTIMASI LARUTAN NaCl PADA PEMBUATAN BIOKOAGULAN DARI BIJI PEPAYA *(Carica papaya L.)* DAN BIJI KELOR *(Moringa oleifera)*

(*Optimization of NaCl Solution in the Manufacture of Biocoagulants from Papaya Seeds (Carica papaya L.) and Moringa Seeds (Moringa oleifera)*)

Annisa[1*)], Annisa Syamsuddin[1)], Setyo Erna Widiyanti [1)], dan M. Ilham Nurdin[1)]
[1)] Program Studi D4 Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang
[*)] Email korespondensi: annisa.023an@gmail.com

ABSTRACT

In principle, seeds contain proteins that act as biocoagulants used to reduce water pollutants through the coagulation-flocculation process. Coagulation effectiveness increases when extracted coagulants are used. Protein extraction from natural coagulants generally involves the use of a NaCl solution. This study aims to determine the most effective NaCl solution concentration as a solvent for biocoagulants and to compare the effectiveness of papaya seed and moringa seed biocoagulants. This study used NaCl solvents with varying concentrations of 0.5 M, 1 M, 1.5 M, and 2 M in the preparation of papaya seed and moringa seed biocoagulants. A dose of 80 mL of bio-coagulant extract was added per 300 mL of tofu wastewater sample, with the following treatment steps: coagulation at 200 rpm for 4 minutes, flocculation at 50 rpm for 30 minutes, and sedimentation for 1 hour. The optimal concentration was determined based on the percentage effectiveness of both biocoagulants when applied to tofu factory wastewater in reducing Total Suspended Solids (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD), and turbidity. The results of the study showed that the optimal NaCl solution concentration as a solvent for papaya seed (Carica papaya L.) and moringa seed (Moringa oleifera) biocoagulants was a 1 M NaCl solution, and the most effective biocoagulant in reducing the TSS, COD, and turbidity in the treatment of tofu factory wastewater is the moringa seed (Moringa oleifera) biocoagulant.

Keywords: Biocoagulant, NaCl Solution, Optimization

ABSTRAK

Biji-bijian pada prinsipnya mengandung protein yang berperan sebagai biokoagulan yang digunakan untuk mengurangi unsur pencemaran air dalam proses koagulasi-flokulasi. Efektivitas koagulasi meningkat apabila menggunakan koagulan yang diekstrak. Ekstraksi protein dari koagulan alami umumnya menggunakan larutan NaCl. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi larutan NaCl yang paling efektif sebagai pelarut biokoagulan dan menentukan efektivitas antara biokoagulan biji pepaya dan biji kelor. Penelitian ini menggunakan pelarut NaCl dengan variasi konsentrasi 0,5M; 1M; 1,5M; dan 2M dalam pembuatan biokoagulan biji pepaya dan biji kelor. Pemberian dosis biokoagulan sebanyak 80 mL ekstrak biokoagulan/300 mL sampel limbah tahu dengan perlakuan koagulasi 200 rpm 4 menit, flokulasi 50 rpm 30 menit dan sedimentasi selama 1 jam. Penentuan konsentrasi optimum berdasarkan %efektivitas kedua biokoagulan pada pengaplikasian air limbah pabrik tahu terhadap penurunan *Total Suspendid Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan kekeruhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi larutan NaCl yang optimum sebagai pelarut biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.)* dan biji kelor (*Moringa oleifera*) yaitu larutan NaCl dengan konsentrasi 1M dan biokoagulan yang paling efektif dalam menurunkan parameter TSS, COD dan kekeruhan pada pengaplikasian air limbah pabrik tahu ialah biokoagulan biji kelor *(Moringa oleifera).*

Kata Kunci: Biokoagulan, Larutan NaCl, Optimasi

AgriTechno
Jurnal Teknologi Pertanian
Jurnal Agritechno, Vol. 19, No. 2, Oktober 2026
http://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/at
ISSN Online : 2656-2413
ISSN Print : 1979-7362

PENDAHULUAN

Biji-bijian pada prinsipnya mengandung protein yang berperan sebagai koagulan. Kandungan protein dalam biji kelor dan biji pepaya ini berperan sebagai koagulan (Ariati & Ratnayani, 2017).

Biji pepaya mengandung beberapa senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, tanin. Selain itu, per 100 gr biji pepaya juga memiliki kandungan lemak sekitar 26%, protein 25%, dan serat 29% (Azevedo & Campagnol, 2014). Biji kelor mengandung protein dan logam alkali berkemampuan sebagai penurunan kekeruhan hingga 75,6% dengan dosis 3,5 mg/L pada limbah industri penyamakan kulit (Hendriarianti, 2013). Koagulan biji pepaya dapat menurunkan COD sebesar 61% dan BOD sebesar 62% pada dosis 5 g (Ningsih, 2020).

Implementasi koagulan sintetis sebagai bahan dalam pengolahan air limbah tentunya mempunyai efek negatif jangka panjang jika terus menerus terakumulasi dalam lingkungan. Koagulan tersebut memiliki kelemahan yang akan menimbulkan lumpur sehingga dalam jangka panjang akan bahaya bagi lingkungan (Oloibiri et al., 2015).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa efektivitas koagulasi meningkat apabila menggunakan koagulan yang diekstrak. Hal ini terjadi karena kelarutan protein dalam koagulan meningkat. Metode yang paling banyak digunakan adalah dengan larutan garam (*salt extraction).* Efisiensi koagulasi dapat ditingkatkan dengan mengekstrak komponen aktif dalam biji kelor menggunakan garam dengan hasil penurunan kekeruhan mencapai 94%. Oleh karena itu, ekstraksi protein dari koagulan alami umumnya menggunakan larutan garam NaCl. Aktivitas koagulasi optimum terjadi pada konsentrasi 1M (Okuda et al., 1999).

Dengan melakukan optimasi larutan NaCl, diharapkan dapat ditemukan kondisi yang paling efektif untuk memanfaatkan biji pepaya dan biji kelor sebagai biokoagulan alami yang ramah lingkungan dalam pengolahan air. Penambahan NaCl dapat mempengaruhi kelarutan protein dengan cara meningkatkan atau menurunkan aktivitas ion yang berinteraksi dengan protein, serta mengganggu interaksi hidrofobik antara protein dan air.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian ini terkait optimasi larutan NaCl dalam pembuatan biokoagulan. Penelitian ini memilih biji kelor dan biji pepaya sebagai biokoagulan dikarenakan berfungsi untuk menggantikan koagulasi sintesis seperti PAC dan alum dimana prosesnya yang kompleks dan membutuhkan biaya yang besar (Ritonga, 2021). Dalam penelitian ini NaCl digunakan sebagai bahan pengestrak. Pengaplikasian biokoagulan ini digunakan pada parameter pengolahan limbah, terkhusus pada pengolahan air limbah pabrik tahu.

Tujuan Penelitian

1. Menentukan konsentrasi larutan NaCl yang paling efektif sebagai pelruta biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.)* dan biji kelor (*Moringa oleifera*).
2. Menentukan efektivitas antara biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.)* dan biji kelor (*Moringa oleifera*) dalam penurunan parameter TSS, COD dan kekeruhan pada air limbah pabrik tahu.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

peralatan gelas, blender, alat *sieving*, neraca analitik, turbidimeter 2100 AN, alat *jartest*, *hotplate*, oven, desikator, serangkaian alat COD, tabung destruksi dan serangkaian alat destilasi.

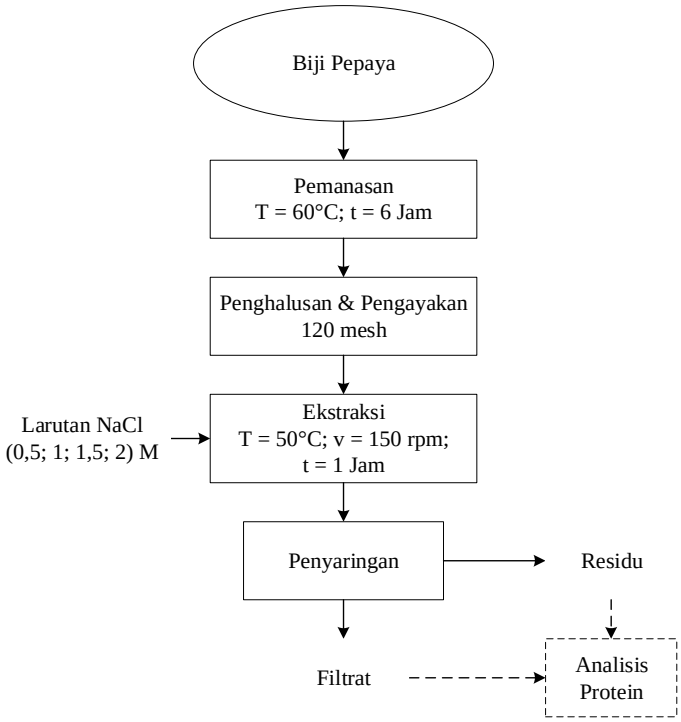
Bahan

biji kelor, biji pepaya, air limbah pabrik tahu, NaCl, aquades, aquabides, Asam sulfat, NaOH, Asam borat, K_2CrO_7, $HgSO_4$,

$AgSO_4$+H_2SO_4, kertas saring, FAS, indikator feroin..

Prosedur Penelitian

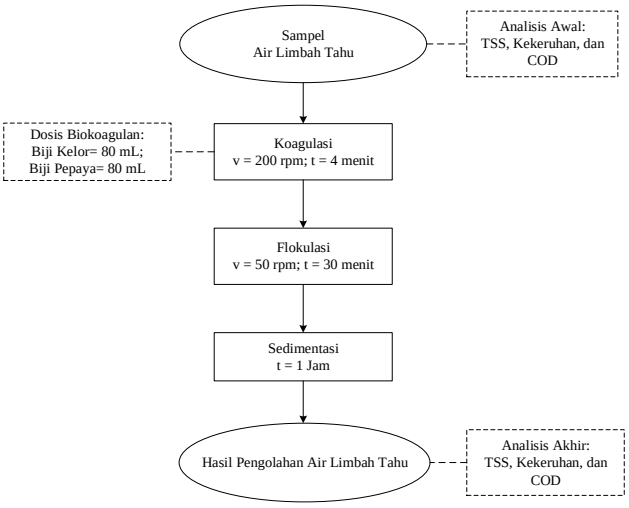
Pembuatan Biokoagulan Biji Pepaya



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica pepaya L.)*

* Dilakukan hal yang sama untuk pembuatan biokoagulan biji kelor

Proses pengolahan Limbah Cair tahu



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pengolahan Limbah Cair Tahu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

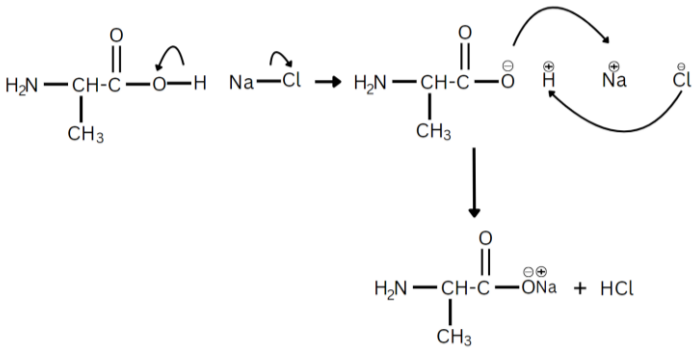
Ekstraksi Biokoagulan dengan Pelarut NaCl

Proses ekstraksi pada pembuatan bioloagulan biji kelor dan biji pepaya ini menggunakan larutan NaCl sebagai pelarut dengan variasi konsentrasi 0,5 M; 1M; 1,5M dan 2M. Penggunaan variasi konsentrasi larutan NaCl ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi optimum pelarut yang digunakan pada pengolahan air limbah tahu.

Pada pembuatan koagulan beberapa kandungan pada biji-bijian dapat beperan sebagai koagulan, seperti kandungan protein dan tanin. Pada biji kelor dan biji pepaya dengan menggunakan metode ekstraksi dengan pelarut NaCl dipercaya bahwa kandungan protein adalah yang berperan sebagai koagulan. Hal ini berdasarkan dengan penelitian (Hidayat, 2006) menyebutkan bahwa senyawa dalam biji kelor dan biji pepaya yang berperan sebagai koagulan adalah protein yang merupakan polielektrolit kationik yang mampu menetralkan muatan-muatan partikel koloid dalam sampel air.

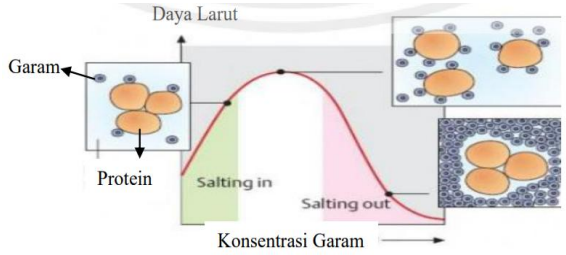
Penelitian (Sunarno et al., 2019) menyebutkan bahwa kandungan tanin pada kandungan biji kelor sekitar 8,22% dan kandungan ini memiliki sifat yang dapat mengikat protein, sehingga menghambat penyerapan nutrisi esensial. Biji kelor yang memiliki kandungan protein lebih tinggi daripada tanin, keberadaan tanin dapat mempengaruhi penyerapan protein.

NaCl yang terlarut dalam air akan membentuk ion-ion Na^+ maupun Cl^-. Mekanisme reaksi antara protein dan ion-ion NaCl terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme reaksi antara protein dan NaCl.

Proses ekstraksi protein dalam biji kelor didasarkan pada kelarutannya dalam pelarut. Kelarutan protein dipengaruhi oleh adanya ion anorganik dari suatu garam. Kelarutan protein akan terus berubah sejalan dengan perubahan konsentrasi garam. Interaksi protein dan garam dalam air dikenal dengan istilah *salting-in* dan *salting-out*. Pada garam berkonsentrasi rendah, penambahan NaCl dapat meningkatkan kelarutan protein yang dikenal dengan istilah *salting-in*. Sedangkan, pada garam berkonsentrasi tingi, penambahan NaCl dapat menurunkan kelarutan protein. Hal ini disebabkan oleh peningkatan aktivitas ion yang mengganggu interaksi hidrofobik antara protein dan air, sehingga protein menjadi lebih sulit larut dalam cairan, proses ini disebut *salting out*. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 4.



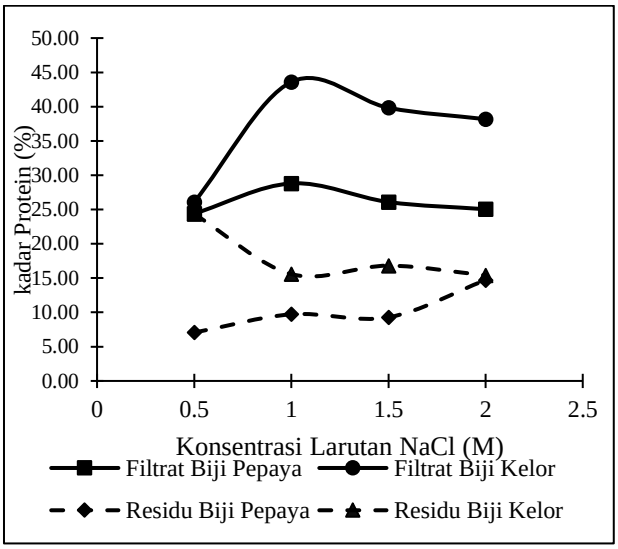
Gambar 4 Hubungan konsentrasi garam dengan kelarutan protein.

Analisis kadar protein dalam biji pepaya dan biji kelor dilakukan untuk mengetahui besarnya kandungan protein dalam biji pepaya dan biji kelor. Penentuan kadar protein pada penelitian ini menggunakan metode kjeldahl-Nessler. Dari Analisis ini diketahui bahwa biji kelor memiliki kandungan protein 45,35% dan sedangkan biji pepaya hanya memiliki kandungan protein 28,44%. Sedangkan, kadar protein sampel setelah ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Protein pada sampel setelah ekstraksi

Konsen-trasi (M)	Kadar Protein Pepaya (%)		Kadar Protein Kelor (%)	
	Residu	Filtrat	Residu	Filtrat
0,5	7,06	24,39	24,34	26,09
1	9,72	28,80	15,58	43,60
1,5	9,28	26,09	16,81	39,84
2	14,71	25,04	15,41	38,17

Dari Tabel 1. diperoleh kadar protein biji kelor dan biji pepaya yang diekstrak dengan larutan NaCl lebih besar berada di filtrat dibandingkan residu sampel. Hal ini menunjukkan bahwa peristiwa salting-in yaitu kelarutan protein dalam pelarut dapat meningkat dengan penambahan garam pada konsentrasi optimumnya. Pada penelitian ini titik optimum kadar protein berada pada konsentrasi NaCl 1 M. Hasil ini juga dapat dilihat pada Gambar 5.

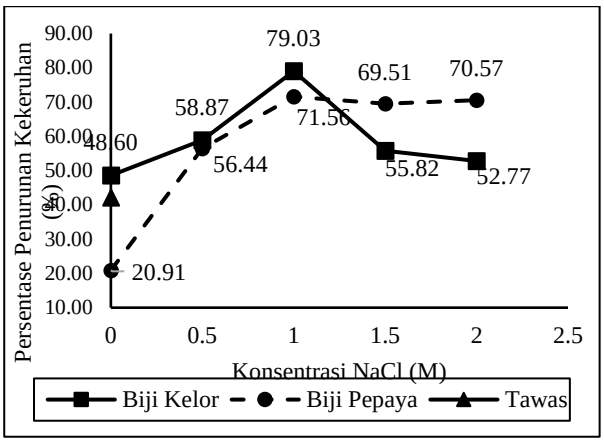


Gambar 5. Grafik hubungan konsentrasi NaCl dengan kadar protein

Penentuan Konsentrasi Optimum Larutan Pengekstrak (NaCl)

1. Berdasarkan penurunan kekeruhan

Nilai awal kadar turbiditas air limbah tahu yaitu 803,5 NTU. Hasil uji penurunan kekeruhan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaCl maka semakin besar kemampuan untuk mengurangi kekeruhan, namun ketika mencapai titik optimum tidak terjadi penurunan yang signifikan. Dapat dilihat pada Gambar 6. menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak larutan NaCl 1 M mampu menurunkan kekeruhan air limbah paling tinggi yaitu 79,03% untuk biokoagulan biji kelor dan 71,56% untuk biokoagulan biji pepaya.

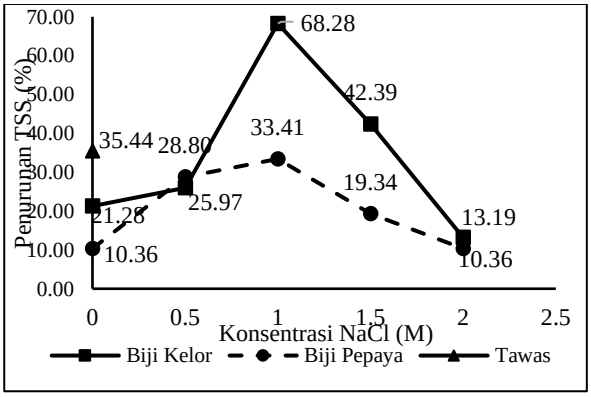


Gambar 6. Grafik penurunan kekeruhan terhadap konsentrasi NaCl.

Pada konsentrasi NaCl 1,5M dan 2M terjadi penurunan efektivitas, hal ini disebabkan karena konsentrasi pelarut pada kondisi ini tidak dapat mengikat koloid dikarenakan koloid tersebut sudah berikatan dengan dosis yang optimum yaitu 1 M. Penelitian (Desta & Bote, 2021) menyatakan bahwa ketika jumlah kation (ekstrak biji kelor) yang ditambahkan ke dalam air yang diolah berlebih dari jumlah anion (zat pengotor) pada air, maka kation tersebut dapat menyebabkan air menjadi keruh karena tidak adanya partikel bermuatan negatif untuk berinteraksi.

2. Berdasarkan penurunan TSS

Berdasarkan hasil analisis kadar TSS limbah air tahu sebelum mendapat perlakuan diperoleh hasil TSS 2472 mg/L. Dapat dilihat pada Gambar 7. menunjukkan bahwa kondisi optimum berada pada konsentrasi NaCl 1 M untuk kedua biokoagulan. Penurunan TSS paling besar yaitu pada NaCl 1 M sebesar 68,28% untuk biji kelor dan 33,41% untuk biji pepaya.



Gambar 7. Grafik penurunan efektifitas TSS terhadap konsentrasi NaCl.

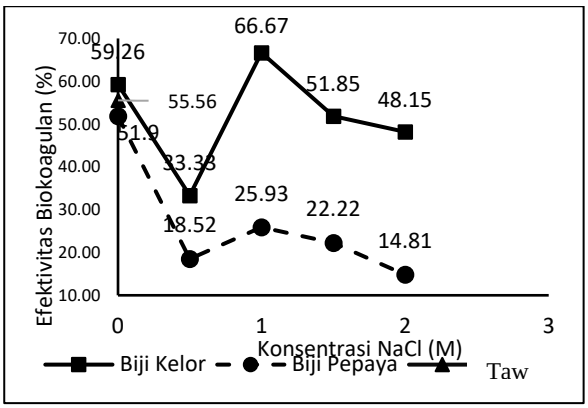
Sesuai dengan penelitian Gea dkk, (2019) dalam (Roman *et al*., 2020) menyatakan bahwa biji kelor mengandung protein yang larut dalam air dan apabila dilarutkan akan menghasilkan muatan positif dalam jumlah yang banyak, sehingga akan berinteraksi dan mengikat partikel-partikel yang bermuatan negatif dalam air limbah sehingga membentuk flok-flok. Setelah melewati titik optimum konsentrasi, kemampuan penurunan TSS mengalami penurunan dikarenakan telah terjadi proses *salting-out* yaitu pada penambahan konsentrasi garam yang tinggi, garam akan lebih besar mengikat air sehingga molekul protein akan bergabung dan mengendap.

3. Berdasaran Penurunan COD

Penurunan nilai COD yang dihasilkan menunjukkan bahwa NaCl pada konsentrasi 1M adalah titik optimum untuk kedua biokoagulan karena mampu menurunkan nilai COD dengan efektivitas cukup tinggi untuk biji kelor yaitu 66,67% dan 25,93% untuk biokoagulan biji pepaya. Hasil setelah ekstraksi ini kurang efektif untuk analisa COD dikarenakan hasil penurunan tanpa ekstraksi memiliki nilai penurunan lebih tinggi untuk biokoagulan pepaya yaitu 51,9%.

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penurunan partikel koloid dan bahan organik dihasilkan dari proses pengadukan cepat dan pengadukan lambat menyebabkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam limbah berkurang, sehingga parameter COD mengalami penurunan (Novita et al., 2014).

Pada penelitian ini juga dilakukan perlakuan yang sama dengan menggunakan koagulan tawas sebagai pembanding. Dari Gambar 8. diketahui bahwa koagulan tawas lebih efektif dalam menurunkan kadar COD dalam limbah tahu sebesar 55,56% dibandingkan biokoagulan biji pepaya sebelum dan setelah ekstraksi.



Gambar 8. Grafik penurunan efektifitas COD terhadap konsentrasi NaCl

Berdasarkan penelitian (Salsabila, 2018) menyebutkan bahwa keberhasilan tawas dalam mengurangi COD dapat diatribusikan pada kemampuannya untuk menetralkan muatan koloid dalam air, sehingga memfasilitasi pengendapan partikel.

KESIMPULAN

1. Konsentrasi optimum larutan NaCl yang paling efektif sebagai pelarut biokoagulan biji pepaya (*Carica pepaya L*) dan biji kelor *(Moringa Oleifera)* terhadap penurunan kekeruhan, penurunan TSS, dan penurunan COD yaitu larutan NaCl dengan konsentrasi 1M.
2. Biokoagulan yang paling efektif dalam menurunkan parameter TSS, COD dan kekeruhan pada air limbah pabrik tahu ialah biokoagulan biji kelor (*Moringa Oleifera*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih banyak yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan penelitian ini. Kami berharap semoga laporan penelitian ini membawa pengaruh positif bagi kita.

DAFTAR PUSTAKA

Ariati, N. K., & Ratnayani, K.-. (2017). Skrining Potensi Jenis Biji Polong-Polongan (Famili Fabaceae) Dan Biji Labu-Labuan (Famili Cucurbitaceae) Sebagai Koagulan Alami Pengganti Tawas. *Jurnal Kimia*, 15–22. https://doi.org/10.24843/jchem.2017.v11.i01.p03

Azevedo, L. A., & Campagnol, P. C. B. (2014). Papaya seed flour (Carica papaya) affects the technological and sensory quality of hamburgers. *International Food Research Journal*, *21*(6), 2141–2145.

Desta, W. M., & Bote, M. E. (2021). Wastewater treatment using a natural coagulant (Moringa oleifera seeds): optimization through response surface methodology. *Heliyon*, *7*(11), e08451. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08451

Hendriarianti, E. (2013). Perbandingan Efektifitas Biokoagulan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica L) Dan Biji Kelor (Moringa Oleifera) Dalam Menurunkan Cod Dan Tss Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. *Lingkungan Tropis*.

Ningsih, N. R. (2020). *Efektivitas Biji Melon (Cucumis Melo L.) Dan Biji Pepaya (Carica Papaya L.) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menurunkan Parameter Pencemar Air Limbah Industri Tahu*.

Novita, E., Hasanah, T. L., & Jember, U. (2014). Optimasi penggunaan koagulan alami biji kelor (Moringa oleifera) pada pengolahan limbah cair mocaf. *Jurnal Agroteknologi*, *08*(02), 171–178. https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JAGT/article/view/3050

Okuda, T., Baes, A. U., Nishijima, W., & Okada, M. (1999). Improvement of extraction method of coagulation active components from Moringa oleifera seed. *Water Research*, *33*(15), 3373–3378. https://doi.org/10.1016/S0043-1354(99)00046-9

Oloibiri, V., C, I. U., Chys, M., & Audenaert, W. T. M. (n.d.). *Treatment Of Landfill Leachate By Coupling Coagulation-Flocculation Or Ozonation To Granular Activated Carbon Adsorption*.

Ritonga, H. (2021). *Pengolahan Air Terproduksi Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Lidah Buaya (Aloe Vera) Dan Biji Kelor (Moringa oleifera)*.

Roman, M., Bunyani, N. A., & Naisanu, J. (2020). Utilization of Moringa Seed Flour

as a coagulant, palm fiber, and activated charcoal in an effort to improve domestic wastewater. *Jurnal Biologi Tropis*, *20*(3), 467–474. https://doi.org/10.29303/jbt.v20i3.2061

Salsabila, U. (2018). Perbedaan Penurunan Chemical Oxygen Demand (Cod) Melalui Pemberian Tawas Dan Poly Aluminium Chloride (Pac) Pada Limmbah Cair Rumah Pemotongan Hewan Penggaron Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, *6*(4), 525–531.

Sunarno, Kasiyati, & Djaelanii, Muhammad AnwarRossida, K. F. P. (2019). Pengaruh imbuhan tepung daun kelor (Moringa oleiferaLam.) dalam pakanpada kandungan protein dan kolesterol telur itik pengging (Anas platyrhyncos domesticus L.). *Jurnal Biologi Tropika*, *2*(2),41–47. cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/71079/Manfaat-Bayam-Syarat-Tumbuh--Dan--Cara-Mudah-Untuk-Menanamnya-Di-Lahan-Yang-Sempit/