

Pengaruh pH terhadap Efektivitas Biokoagulan Biji Asam Jawa dan Biji Kelor dalam Pengolahan Limbah Tahu

Febrina Zulya^{1)*}, Ibrahim¹⁾, Ridhanti Wulandari¹⁾

¹⁾ Fakultas Teknik, Teknik Lingkungan, Universitas Mulawarman
E-mail: febrinazulya@ft.unmul.ac.id

ABSTRAK

Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak diolah dengan baik sebelum dibuang. Salah satu metode pengolahan yang dapat digunakan adalah proses koagulasi-flokulasi dengan memanfaatkan bahan alami sebagai biokoagulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas biji Kelor (*Moringa oleifera Lam*) dan biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*) sebagai biokoagulan alami dalam menurunkan parameter TSS, TDS, dan Amonia pada limbah cair tahu. Variasi pH yang digunakan adalah 4, 6, dan 8 dengan dosis biokoagulan sebesar 4 gr/L. Pengolahan dilakukan dengan proses koagulasi-flokulasi, pengadukan cepat 200 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 20 rpm selama 20 menit serta pengendapan selama 50 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar TSS optimum dicapai dengan pH 4 pada biokoagulan biji Asam Jawa dengan penurunan sebesar 72% sedangkan penurunan kadar Amonia optimum diperoleh pada pH 6 pada biokoagulan biji Kelor dengan penurunan sebesar 22%. Sementara itu pengujian parameter TDS, belum memenuhi standar baku mutu sesuai PP RI Nomor 22 Tahun 2021. Temuan ini mengindikasikan bahwa variasi pH berpengaruh signifikan terhadap kinerja biokoagulan alami sebagai alternatif ramah lingkungan dalam pengolahan limbah cair tahu.

Kata Kunci: Limbah cair tahu, biokoagulan alami, *Moringa oleifera*, *Tamarindus indica*, koagulasi-flokulasi, variasi pH, TSS, TDS, penurunan amonia, pengolahan limbah berkelanjutan

ABSTRACT

Liquid waste generated from tofu industries has the potential to cause environmental pollution if not properly treated before disposal. One of the treatment methods that can be applied is the coagulation-flocculation process using natural materials as biocoagulants. This study aims to evaluate the effectiveness of *Moringa oleifera Lam* seeds and *Tamarindus indica L.* seeds as natural biocoagulants in reducing TSS, TDS, and Ammonia parameters in tofu wastewater. The pH variations used were 4, 6, and 8 with a biocoagulant dosage of 4 g/L. The treatment was carried out through the coagulation-flocculation process, consisting of rapid mixing at 200 rpm for 2 minutes, slow mixing at 20 rpm for 20 minutes, followed by sedimentation for 50 minutes. The results showed that the optimum reduction of TSS was achieved at pH 4 using tamarind seeds with a 72% decrease, while the optimum reduction of Ammonia was obtained at pH 6 using moringa seeds with a 22% decrease. Meanwhile, the TDS parameter did not meet the quality standards according to Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021. These findings indicate that pH variation significantly affects the performance of natural biocoagulants as an environmentally friendly alternative for tofu wastewater treatment.

Keyword: Tofu wastewater, natural coagulant, *Moringa oleifera*, *Tamarindus indica*, coagulation-flocculation, pH variation, TSS, TDS, ammonia removal, sustainable wastewater treatment.

1. Pendahuluan

Industri tahu merupakan salah satu sektor yang mengalami perkembangan pesat di Indonesia. Pada proses produksinya, industri ini menghasilkan limbah berupa limbah padat dan cair. Limbah padat dikenal sebagai ampas tahu, yaitu sisa hasil produksi yang terutama berasal dari proses penyaringan dan penggumpalan kedelai. Sementara itu, limbah cair dihasilkan dari berbagai tahap produksi seperti pencucian, perebusan, pengepresan, dan pencetakan tahu. Limbah cair ini memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dan pH rendah, berkisar antara 4 hingga 5 (Anggraini, 2014).

Biji Kelor mengandung protein tinggi yang bersifat polielektrolit kationik karena bermuatan positif, sehingga efektif berinteraksi dengan partikel koloid bermuatan negatif dan mempercepat pembentukan flok serta pengendapan (Hidayat, 2009). Menurut Wijaya dkk. (2024), biji Kelor mengandung minyak

(40%), lemak (34,7%), protein (32,18%), flavonoid (1,26%), dan tanin (4,5%). Perbedaan muatan yang besar antara koagulan dan partikel koloid mempercepat proses koagulasi. Ekstrak biji Asam Jawa juga mengandung senyawa aktif seperti protein, tanin, dan ion logam (Mg^{2+} , Fe^{3+}) yang berfungsi sebagai polielektrolit alami. Senyawa ini mempercepat pembentukan flok melalui mekanisme *bridging* dan netralisasi muatan (Martina dkk., 2018). Protein dalam biji Asam Jawa (15 – 20%) dapat bermuatan positif atau negatif tergantung pH, sedangkan tanin (20,2%) berperan sebagai koagulan utama. Senyawa lain seperti pati, getah, dan albuminoid mendukung proses koagulasi dengan membentuk agregat partikel. Minyak esensialnya juga membantu mengurangi bau tidak sedap (Wardani dan Tuhu, 2017).

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri pengolahan tahu mengandung bahan organik tinggi (protein 40 – 60%, karbohidrat 25 – 50%, lemak 10%). Senyawa organik ini sulit terdegradasi secara biologis (Bangun dkk., 2013). Pada hasil analisis sampel limbah cair tahu sebelum pengolahan didapatkan nilai pH sebesar 3,57, nilai TDS sebesar 1.320 mg/L, nilai Amonia sebesar 29,84 mg/L, dan nilai TSS sebesar 4.450 mg/L. Nilai pH limbah cair tahu sebesar 3,57 berada di bawah baku mutu (6 – 9), yang dapat menurunkan oksigen terlarut dan mengganggu ekosistem perairan. Menurut Asmadi dan Suharno (2012), pH limbah idealnya mendekati netral untuk mendukung kehidupan biologis. Limbah cair dari proses pembuatan tahu mengandung zat organik serta gas-gas seperti karbon dioksida (CO_2), amonia (NH_3), oksigen terlarut (O_2), dan hidrogen sulfida (H_2S) (Pagoray dkk., 2021). Dalam proses degradasi anaerobik, senyawa asam terbentuk yang menyebabkan penurunan nilai pH. Oleh karena itu, pengendalian pH menjadi sangat penting agar proses pengolahan limbah dapat berlangsung secara efektif dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Koagulasi-flokulasi adalah metode fisika-kimia untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan koloid melalui destabilisasi partikel (koagulasi) dan penggabungan menjadi flok besar yang mudah diendapkan (Sarwono dkk., 2017). Koagulasi menggunakan ion positif dari koagulan untuk menetralkan partikel koloid bermuatan negatif, seperti zat organik dan mikroorganisme dalam limbah cair (Setyawati dkk., 2018). Proses ini diawali dengan pengadukan cepat (*flash mixing*) agar zat kimia tersebar merata dan membentuk mikroflok (Ekoputri dkk., 2023). Flokulasi merupakan tahap lanjutan, di mana mikroflok bergabung membentuk flok besar dan padat melalui pengadukan lambat (Syahputra dkk., 2022). Efektivitas proses dipengaruhi oleh jenis dan dosis koagulan, pH, karakteristik limbah, kecepatan dan waktu pengadukan, waktu pengendapan, serta suhu (Haslinah, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi pH terhadap daya biokoagulasi biji Kelor dan biji Asam Jawa dalam menurunkan parameter TDS, Amonia, dan TSS serta perubahan pH pada limbah cair tahu yang disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Nasional, Baku Mutu Air Danau Kelas 1. Manfaat dilakukannya penelitian ini untuk mencari alternatif koagulan dan pH yang optimal dalam pengolahan limbah cair tahu.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di salah satu industri pengolahan tahu yang berada di Kota Samarinda. Sampel limbah cair tahu berlokasi di Industri Pengolahan Tahu X yang berada di Gg Margo Mulyo, Lempake, Kecamatan Samarinda Utara, Kalimantan Timur. Lokasi penelitian ini dipilih karena lokasinya yang sangat dekat dengan Bendungan Lempake. Penelitian ini menggunakan dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel terikat pada penelitian ini adalah pH, TDS, TSS dan Amonia. Variabel pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan Penelitian

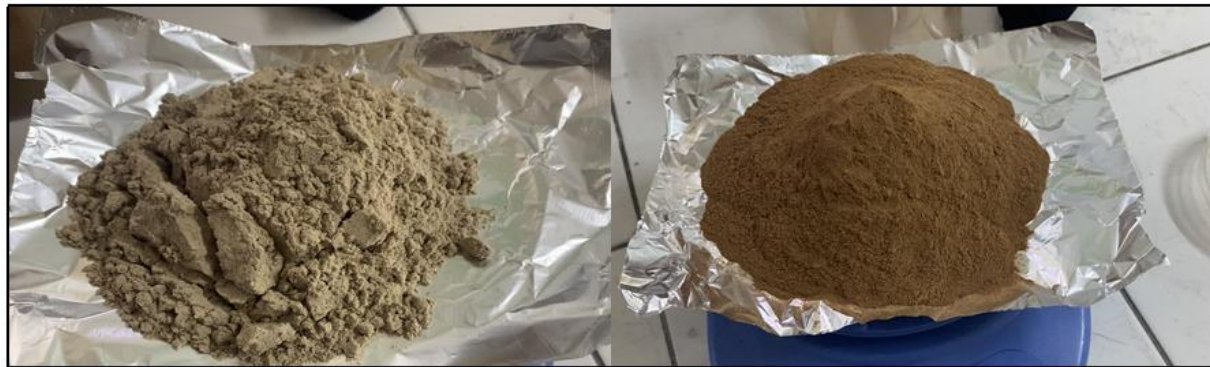
No.	Jenis Koagulan	Variasi
1.	Biji Kelor	K (1)
		K (2)
		K (3)
2.	Biji Asam Jawa	A (1)
		A (2)
		A (3)

Tahapan persiapan dilakukan dengan menyiapkan alat dan bahan. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *jar test*, botol sampel, blender, oven, *beaker glass*, ayakan 100 *mesh*, neraca analitik, pH meter, botol semprot, mortar dan alu, spatula, gelas ukur, kaca arloji, corong kaca, desikator,

kamera dan kerucut *Imhoff*. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah cair tahu, akuades, biokoagulan biji Kelor dan biji Asam Jawa, alat tulis, kertas label dan larutan NaOH 1 M.

Tahapan penelitian diawali dengan pengambilan sampel limbah cair dengan metode *grab sampling* langsung di saluran outlet Industri Tahu X. Sampel ditampung dalam wadah bersih berkapasitas 50 liter dan mengacu pada standar SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.

Preparasi biokoagulan dimulai dengan mengupas biji Kelor dan biji Asam Jawa, kemudian biji Asam Jawa dan biji Kelor dihaluskan, lalu diayak dengan ayakan 100 mesh. Serbuk hasil ayakan dikeringkan dalam oven pada 105 °C selama 120 menit hingga kadar air 10%, lalu disimpan dalam wadah tertutup untuk menghindari debu (Harahap, 2023).



(a) (b)
Gambar 1. Biokoagulan Biji Kelor (a) dan Biokoagulan Biji Asam Jawa (b)

Tahapan pengujian dilakukan dengan penentuan nilai pH awal air baku, yang dilakukan dengan disiapkan gelas beker 1000 mL yang berisi sampel air limbah tahu sebanyak 1000 ml, kemudian sampel diatur dalam keadaan pH 4, 6, dan 8 dengan penambahan larutan NaOH (Yusuf dkk., 2020). Tahap pengujian diawali dengan menyiapkan air sampel yang telah diatur pada pH 4, 6, dan 8 sebanyak 1 liter, kemudian ditambahkan 4 gram biokoagulan biji Kelor dan biji Asam Jawa lalu dilakukan pengadukan menggunakan *jar test* dengan pengadukan cepat 200 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 20 rpm selama 20 menit, lalu dilakukan pengendapan selama 50 menit dan dilakukan pengujian parameter pH, TSS, TDS, dan amonia.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu

Hasil analisis parameter awal pada sampel limbah cair industri tahu dapat dilihat pada Tabel 2.

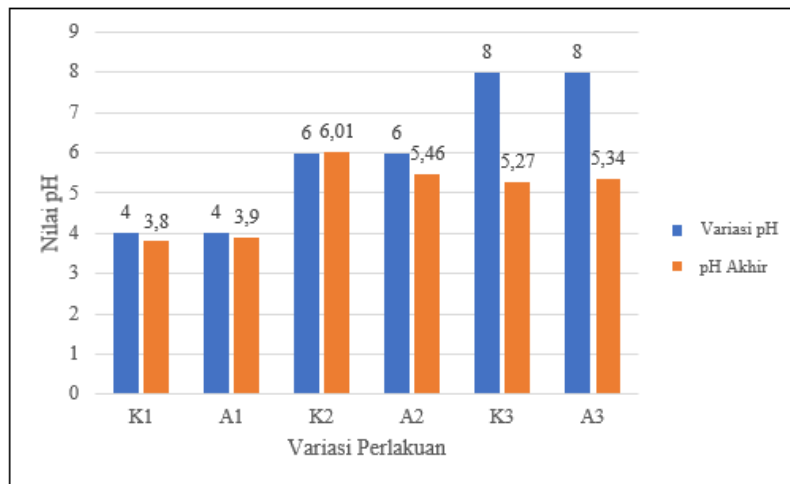
Tabel 2. Hasil Analisis Sampel Limbah Cair Tahu Sebelum Pengolahan

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis	Metode Analisis	Keterangan
pH	-	6 – 9	3,57	SNI 6989.11:2019	Tidak Sesuai
TDS	Mg/L	1000	1.320	SNI 6989.27:2019	Tidak Sesuai
Amonia	Mg/L	0,1	29,84	SNI 6989.2:2019	Tidak Sesuai
TSS	Mg/L	40	4450	IKM/IPLab/7.2.5	Tidak Sesuai

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa hasil pengujian parameter awal pada limbah cair tahu menunjukkan seluruh parameter berada di atas nilai baku mutu. Hasil data ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan pengolahan limbah cair tahu sebelum dibuang ke badan air penerima.

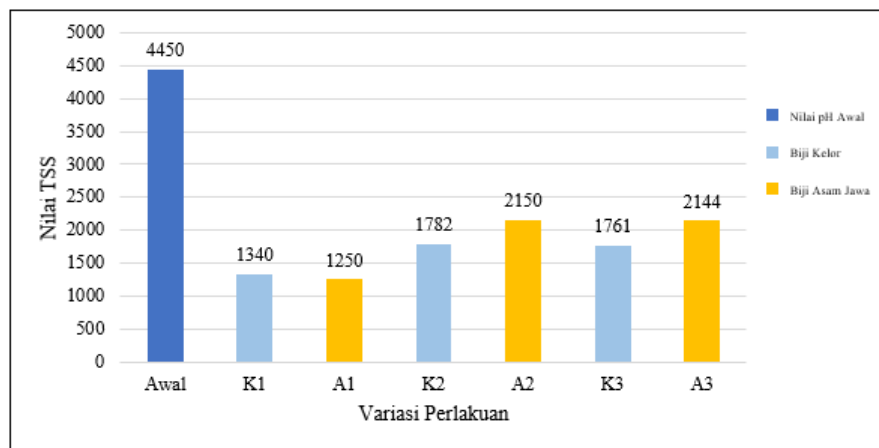
B. Hasil Analisis Nilai pH



Gambar 2. Hasil Analisis pH

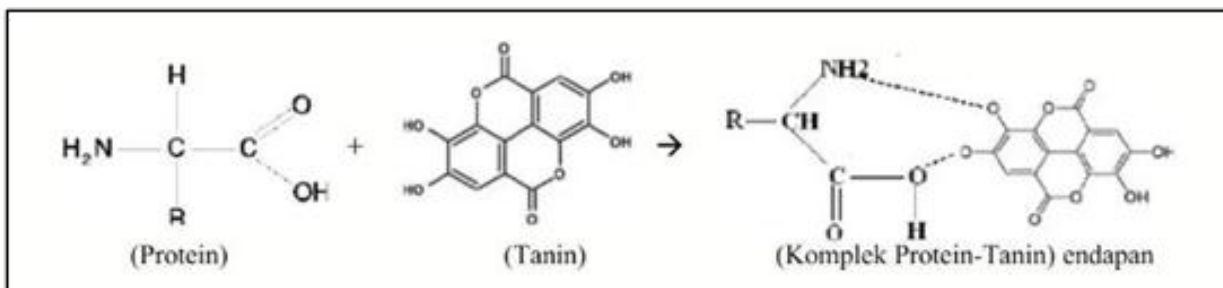
Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan bahwa pH awal limbah berpengaruh terhadap perubahan pH setelah pengolahan dengan biokoagulan biji Asam Jawa (A) dan biji Kelor (K). Pada pH awal 4, pH akhir turun menjadi 3,8 (K1) dan 3,9 (A2). Pada pH 6, pH akhir A2 menurun menjadi 5,46, sedangkan K2 tetap stabil di 6,01. Pada pH 8, terjadi penurunan pH yang lebih signifikan, yaitu 5,27 (A3) dan 5,34 (K3). Nilai pH optimum didapatkan pada perlakuan A2 (biokoagulan biji Asam Jawa dengan pH 6), karena pH akhir hampir tidak mengalami perubahan, yakni 6,01. Hal ini sesuai dengan penelitian (Herawati dkk., 2017) yang menunjukkan bahwa pH 6 tidak menyebabkan penurunan pH signifikan selama proses koagulasi-flokulasi menggunakan biji Kelor, karena kondisi tersebut berada dekat dengan titik isoelektrik protein dalam biji Kelor. Penurunan pH pada pH awal 4 dan 8 disebabkan oleh aktivitas protein dan tanin dalam biji Kelor yang berfungsi sebagai makromolekul bermuatan positif dan berperan sebagai polielektrolit bermuatan positif, yang melepaskan muatan ke dalam larutan dan menurunkan pH (Hak dkk., 2017). Titik isoelektrik adalah kondisi di mana koagulan bermuatan netral, dan jika larutan memiliki pH di atas titik isoelektrik, koagulan akan bermuatan negatif, sedangkan jika pH larutan di bawah titik isoelektrik, koagulan akan bermuatan positif. Biji Kelor memiliki titik isoelektrik ≥ 10 (Herawati dkk., 2017).

C. Hasil Analisis Kadar TSS



Gambar 3. Grafik Penurunan Kadar TSS

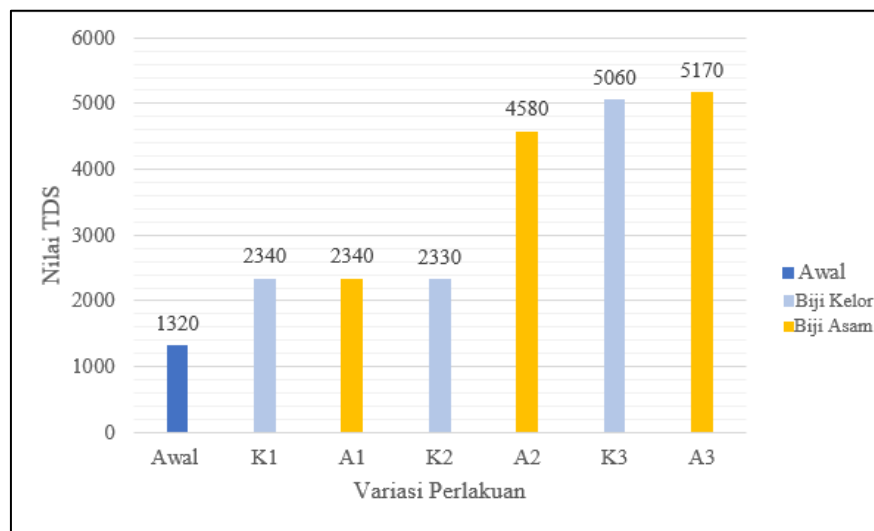
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa pengujian TSS pada variasi pH 4, 6, dan 8 menunjukkan perbedaan efektivitas dua biokoagulan. Pada pH 4, A1 paling optimal dengan TSS akhir 1.250 mg/L dan efisiensi 71,9%. Pada pH 6, K2 lebih efektif (1.782 mg/L; 60%) dibanding A2 (2.150 mg/L; 51,7%). Pada pH 8, K3 unggul dengan TSS 1.761 mg/L dan efisiensi 60,4%, sementara A3 hanya 2.144 mg/L dan 52%. Kemampuan koagulan organik biji Asam Jawa dan biji Kelor dalam menurunkan kadar TSS disebabkan oleh kandungan protein dan tanin. Kandungan protein yang terdapat dalam koagulan organik biji Asam Jawa sebesar 15 – 20% dan kandungan tanin sebesar 20,2%. Sementara itu biji Kelor mengandung 34,18% protein dan 4,12% tanin.



Gambar 4. Pengikatan Tanin dan Protein (Prabhu dan Bhute, 2012)

Gambar 4. menunjukkan reaksi tanin dan protein. Protein secara umum memiliki gugus amino ($-NH_2$) dan karboksil ($-COOH$), sedangkan tanin adalah senyawa polifenol dengan banyak gugus hidroksil ($-OH$) yang reaktif dan dapat membentuk ikatan hidrogen. Saat protein dalam limbah tahu bertemu tanin, terjadi interaksi antara gugus $-NH_2$ pada protein dan $-OH$ pada tanin membentuk kompleks protein-tanin. Kompleks ini dapat mengendap sehingga mengurangi senyawa organik dan menurunkan TSS, BOD, serta COD limbah. Pada pada kondisi asam sekitar pH 4, tanin lebih mudah terprotonasi sehingga menghasilkan ion H^+ yang memperkuat ikatan hidrogen antara gugus amina protein dan gugus hidroksil tanin dalam biokoagulan (Mawaddah, 2018).

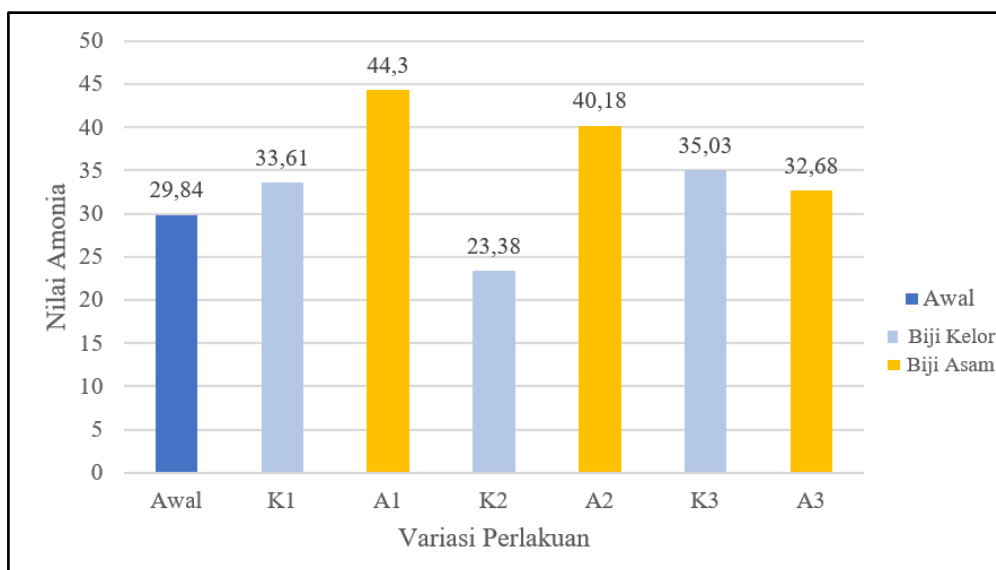
D. Hasil Analisis Kadar TDS



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Kadar TDS

Berdasarkan Gambar 5. Hasil pengujian kadar TDS pada variasi pH 4, 6, dan 8 menunjukkan tren peningkatan. Pada perlakuan K1 dan A1 diperoleh nilai serupa yaitu 2.340 mg/L, yang mengindikasikan bahwa penggunaan biokoagulan biji Kelor maupun biji asam belum memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan parameter TDS dalam limbah cair tahu. Peningkatan lebih tinggi terlihat pada perlakuan A2, K3, dan A3 dengan nilai TDS berkisar 4.580 – 5.170 mg/L. Kenaikan nilai TDS ini dapat disebabkan oleh proses ionisasi protein biokoagulan pada kondisi basa yang melepaskan mineral terlarut seperti Ca^{2+} , K^{+} , dan Mg^{2+} (Ndabirgengesere dan Naraasiah, 1998). Selain itu, dosis koagulan yang berlebih juga berpotensi meningkatkan TDS, karena pada konsentrasi melebihi dosis optimum, ion kation dari biokoagulan tidak lagi efektif mengikat koloid. Hermida dkk. (2021) menegaskan bahwa kelebihan dosis dapat menyebabkan dominasi kation (biokoagulan) dibanding anion pengotor, sehingga justru meningkatkan kekeruhan dan kadar zat terlarut dalam air.

E. Hasil Analisis Kadar Amonia



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Kadar Amonia

Berdasarkan Gambar 6, kadar awal amonia limbah cair tahu sebesar 29,84 mg/L. Perlakuan paling optimal ditunjukkan pada variasi K2 (biji Kelor pH 6), sedangkan pada K1 dan K3 kadar amonia justru mengalami peningkatan setelah perlakuan. Sementara itu, penggunaan biji Asam Jawa pada pH 4, 6, dan 8 tidak mampu menurunkan kadar amonia. Menurut Muryanto (2020), amonia dalam larutan

berwujud ion amonium (NH_4^+) pada pH rendah, sedangkan pada pH basa dominan sebagai amonia bebas (NH_3). Pada pH 6, kandungan protein dalam biji Kelor relatif stabil dan mendekati titik isoelektriknya sehingga dapat bekerja optimal. Kondisi ini didukung oleh keberadaan amonia dalam bentuk NH_4^+ yang memungkinkan interaksi melalui mekanisme adsorpsi maupun ikatan ionik dengan protein kationik biji Kelor sehingga terjadi penurunan parameter amonia pada variasi K2.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, nilai pH berpengaruh terhadap efektivitas proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan parameter TSS, TDS, ammonia dan pH menggunakan biokoagulan biji Kelor dan biji Asam Jawa. Nilai pH optimum didapat pada variasi pH 4 terutama pada perlakuan A1 (biji Asam Jawa). Penurunan kadar TSS dan TDS terbaik didapatkan pada variasi A1 dengan nilai akhir 1.250 mg/L dan 2.340 mg/L. Penurunan kadar ammonia terbaik terdapat pada variasi K2 yaitu dengan biji Kelor pada pH 6 dengan hasil akhir 23,38 mg/L. Hasil pengujian ini jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Danau dan Sejenisnya pada Kelas 1, maka keseluruhan parameter masih belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan sehingga tetap diperlukan pengolahan lanjutan setelah proses koagulasi-flokulasi.

5. Pengakuan

Penulis berterima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Mulawarman yang telah membantu mendanai penelitian ini dan berterimakasih kepada keluarga dan teman-teman yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik.

6. Daftar Pustaka

- Anggraini, S. M., & Pratama, Y. (2014). Pengolahan Limbah Cair Tahu secara Anaerob menggunakan Sistem Batch. Jurnal Institut Teknologi Nasional Bandung, 02.
- Bangun, A. R., Aminah, S., Anas H, R., & Yusuf Ritonga, M. (2013). Pengaruh Kadar Air, Dosis Dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. Jurnal Teknik Kimia USU, 2(1).
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., & Sari, D. A. (2023). Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia. Jurnal Serambi Engineering, 9(1), 7781–7787. <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.715>.
- Hak, A., Yeti. K., dan Husnul, K., 2018, Efektivitas Penggunaan Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) Sebagai Koagulan Untuk menurunkan Kadar TDS dan TSS Dalam Limbah Laundry, Jurnal Kependidikan Kimia, 6(2), ISSN 2338-6487.
- Haslinah, A., 2020, Ukuran Partikel Dan Konsentrasi Koagulan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Penurunan Persentase Cod Dalam Limbah Cair Industri Tahu, Jurnal Teknologi, 15(1), e-ISSN: 2721-3447.
- Herawati, A., Riistika, A., Bambang, I., Juliananda, dan Hidayanti, A. S. D. S. N., 2017, Pengaruh pH dan Dosis Koagulan Ekstrak Biji Kelor dalam Koagulasi Terhadap Pengurangan Kekeruhan Limbah Cair, Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan, 1(1): 25-28.
- Hermida, L., Joni, A., dan Bella, K., 2021, Penggunaan Ekstrak Biji Kelor sebagai Biokoagulan pada Pengolahan limbah Cair Industri Laundry, Jurnal teknologi dan Inovasi Industri, 2(2), ISSN: 2722-0184.
- Hidayat, Nur. (2016) Bioproses Limbah Cair, CV Andi Offset,
- Martina, A., Effendy, D. S., & Soetedjo, J. N. M. (2018). Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren Red pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi. Jurnal Rekayasa Proses, 12(2), 40. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.38948>
- Mawaddah, D., Titin, A. Z., & Soetdjo, J. N. M. (2018). Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa Dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren eed pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi. Jurnaal Rekaya Proses, 12(2), ISSN: 2303-1077.
- Muryanto., 2021, Validasi Metode Analisa Amnoia Pada Air Tanah Menggunakan Metode Spektrofotometri, Indonesian Journal Of Laboratory, 2(2), 40-44.
- Ndabigengesere, A & Narasiah, K. S., 1998, Quality of Water Treated by Coagulation Using Moringa Seeds, Journal of University of Zakba, A(2), 469-478

- Pagoray, H., Sulistyawati, S., & Fitriyani, F. (2021). Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53–65. <https://doi.org/10.36084/jpt.v9i1.312>
- Sarwono, E., Rizky, A. K., & Setiawan, Y. (2017). Penurunan Parameter Kekeruhan, TSS dan TDS dengan Variasi Unit Flokulasi, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(2).
- Setyawati, H., Mawan, K., Dinda, A. N., & Rakhmawati, H. (2019). Penerapan Penggunaan Serbuk Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi-Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu di Sentra Industri Kota Malang. *Jurnal Institut Teknologi Nasional Malang*. E-ISSN: 2651-3866.
- Wijaya, A., Nabilla, B. P., Lucky, I. U., dan Dwi, H. A., 2024, Optimasi Ekstraksi Minyak Biji Kelor Menggunakan Tangki Pengaduk. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 9(1): 56-61. e-ISSN 2541-5891
- Yusuf, A. M., Ratnaningsih, R., dan Rostiyanti, H., 2022, Pemanfaatan Koagulan Biji Asam Jawa Guna Memperbaiki parameter BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu, *Jurnal Ekologi Masyarakat dan Sains*, 3(2), e-ISSN: 2720-9719.