

# Pemanfaatan Limbah Tambak Garam Sebagai Koagulan Bittern Untuk Menurunkan Parameter Kekeruhan Pada Limbah Tahu

Pedro Caesariano\*, Muhammad Abdus Salam Jawwad

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya

\*Koresponden email: 21034010130@student.upnjatim.ac.id

Diterima: 10 Oktober 2025

Disetujui: 17 Oktober 2025

## Abstract

The tofu industry produces wastewater with high turbidity, requiring treatment before being discharged into the environment. This study aims to utilize bittern, a byproduct of salt pond production, as an environmentally friendly alternative coagulant to reduce turbidity in tofu wastewater. Bittern was activated using three types of strong bases  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , KOH, and NaOH with dosage variations of 40,50,60 mL and concentrations of 4%,6%,8%. The results showed that all activators enhanced the coagulation performance of bittern, with varying effectiveness under each treatment. NaOH provided the best result at a dosage of 50 mL and a concentration of 4%, achieving a turbidity removal efficiency of 95%. KOH reached optimal performance at 50 mL and 6%, with a turbidity removal efficiency of 93%, while  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  achieved 85% efficiency at 50 mL and 6%. Overall, this study demonstrates that NaOH-activated bittern is an effective alternative coagulant with potential for sustainable application in tofu wastewater treatment.

**Keywords:** *bittern, tofu wastewater, naoh activator, coagulation-flocculation*

## Abstrak

Industri tahu menghasilkan limbah cair dengan kekeruhan yang tinggi, sehingga memerlukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan bittern, yaitu limbah cair hasil samping tambak garam, sebagai koagulan alternatif ramah lingkungan dalam menurunkan kekeruhan pada limbah cair tahu. Bittern diaktivasi menggunakan tiga jenis basa kuat, yaitu  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , KOH, dan NaOH, dengan variasi dosis 40,50,60 mL dan konsentrasi 4%,6%,8%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua aktivator mampu meningkatkan kinerja bittern sebagai koagulan, dengan efektivitas berbeda pada setiap perlakuan. Aktivator NaOH memberikan hasil terbaik pada dosis 50 mL dan konsentrasi 4%, menghasilkan efisiensi penyisihan kekeruhan 95%. Aktivator KOH mencapai kondisi optimal pada dosis 50 mL dan konsentrasi 6%, dengan efisiensi kekeruhan 93%, sedangkan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  pada dosis 50 mL dan konsentrasi 6% menghasilkan penyisihan kekeruhan 85%. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa bittern yang diaktivasi dengan NaOH merupakan koagulan alternatif yang efektif dan berpotensi diaplikasikan untuk pengolahan limbah cair tahu secara berkelanjutan.

**Kata Kunci:** *bittern, limbah tahu, activator naoh, koagulasi-flokulasi*

## 1. Pendahuluan

Industri tahu merupakan salah satu industri pangan yang berkembang pesat di Indonesia, namun seiring pertumbuhannya menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik tinggi dan pH yang fluktuatif [1]. Jika tidak diolah dengan baik, limbah tersebut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, terutama pada badan air dan sungai [2]. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 73 Tahun 2013, parameter kualitas air limbah seperti pH harus berada pada rentang 6–9 agar aman dibuang ke lingkungan.

Pengolahan limbah cair tahu menjadi penting untuk meminimalkan dampak negatif seperti bau tidak sedap dan peningkatan kekeruhan pada air, salah satu metode pengolahan yang banyak digunakan adalah koagulasi-flokulasi, yaitu proses penggumpalan partikel tersuspensi menggunakan koagulan untuk memperbaiki kualitas air limbah. Metode ini dinilai efektif, terutama dengan penambahan aktivator atau basa kuat yang dapat membantu menetralkan pH dan meningkatkan proses pembentukan flok [3].

Koagulan konvensional seperti aluminium sulfat (alum) dan feri klorida ( $\text{FeCl}_3$ ) telah lama digunakan, namun memiliki kekurangan seperti timbunan lumpur berlebih dan potensi peningkatan kadar logam berat dalam air [4]. Oleh karena itu, diperlukan alternatif koagulan yang lebih ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah bittern, yaitu cairan sisa dari proses produksi garam setelah pengendapan garam kalsium ( $\text{CaSO}_4$  dan  $\text{CaCO}_3$ ) serta kristalisasi sebagian besar natrium klorida (NaCl).

Bittern mengandung senyawa aktif seperti magnesium klorida ( $MgCl_2$ ) dan kalsium klorida ( $CaCl_2$ ) yang berperan sebagai koagulan alami [5].

Pemanfaatan bittern sebagai koagulan tidak hanya membantu mengurangi limbah dari industri garam, tetapi juga memberikan alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk pengolahan limbah cair [6]. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas bittern dalam pengolahan limbah industri tekstil maupun limbah domestik [7].

Dalam penelitian ini, bittern digunakan dengan penambahan aktivator  $Ca(OH)_2$ , KOH, dan NaOH untuk menetralkan pH serta meningkatkan efektivitas proses koagulasi-flokulasi.  $Ca(OH)_2$  dikenal mampu meningkatkan pH dan mempercepat pembentukan flok dengan menetralkan muatan partikel koloid, sedangkan KOH memiliki tingkat ionisasi yang berbeda yang dapat memengaruhi karakteristik flok. Sementara itu, NaOH digunakan untuk mengaktifkan komponen aktif dalam bittern dan meningkatkan reaksi koagulasi [8]. Penggunaan ketiga aktivator ini diharapkan dapat menurunkan energi aktivasi reaksi, meningkatkan reaktivitas bittern, serta mengoptimalkan proses pengolahan limbah cair tahu secara lebih efisien [9].

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas aktivator  $Ca(OH)_2$ , KOH, dan NaOH dalam meningkatkan kinerja koagulan bittern, serta menentukan dosis dan konsentrasi yang paling optimum dalam menurunkan tingkat kekeruhan pada limbah cair tahu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan koagulan alternatif yang efisien dan ramah lingkungan dalam pengolahan limbah cair industri pangan, khususnya pada limbah cair tahu.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Pembuatan Koagulan Bittern

Proses pembuatan larutan koagulan bittern teraktivasi dimulai dengan pengenceran masing-masing aktivator ( $Ca(OH)_2$ , KOH, dan NaOH) menggunakan *aquadest* hingga mencapai konsentrasi yang telah ditentukan sesuai variabel penelitian. Setelah larutan aktivator siap, disiapkan tiga beaker glass yang masing-masing akan mencampurkan bittern dengan setiap aktivator ( $Ca(OH)_2$ , KOH, atau NaOH). Campuran ini kemudian diaduk secara kontinu menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu terkontrol  $45^\circ C$  selama 60 menit. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak dan mengaktifkan komponen aktif (seperti  $MgCl_2$  dan  $CaCl_2$ ) di dalam bittern. Setelah proses pengadukan dan pemanasan selesai. Larutan koagulan teraktivasi yang telah jadi kemudian disimpan dalam wadah yang sesuai untuk digunakan dalam tahap pengolahan limbah cair tahu. Larutan koagulan bittern yang telah dipreparasi selanjutnya digunakan untuk mengolah limbah cair tahu menggunakan metode Koagulasi Mekanik dan Flokulasi *Baffle Channel*.



Gambar 1. Koagulan Bittern Teraktivasi

### 2.2 Proses Pembuatan Reaktor Koagulasi Flokulasi

Reaktor yang digunakan pada penelitian ini merupakan Reaktor Koagulasi Mekanik dan Flokulasi *Baffle Channel* skala laboratorium yang berfungsi untuk mengolah limbah cair tahu menggunakan koagulan bittern teraktivasi. Koagulasi mekanik (*rapid mixing*) dilakukan dengan penambahan koagulan bittern dan pengadukan cepat pada kecepatan 150 rpm selama 90 detik menggunakan pengaduk mekanik bermotor variabel untuk mendestabilisasi partikel koloid [10]. Reaktor flokulasi berbentuk persegi panjang berukuran panjang 0,40 m dan lebar 0,20 m dengan kapasitas sekitar 20 liter. Reaktor dibagi menjadi tiga kompartemen utama yang berfungsi sebagai kanal flokulasi baffle. Kompartemen I terdiri dari 19 baffle

sebagai ruang transisi aliran dari koagulasi ke flokulasi awal, di mana partikel mulai bergabung membentuk mikroflok. Kompartemen II terdiri dari 15 baffle yang menghasilkan gradien kecepatan sedang untuk menjaga pertumbuhan flok. Kompartemen III memiliki 12 baffle untuk memperlambat aliran sehingga flok dapat tumbuh lebih besar tanpa pecah. Desain hidrolis ini menghasilkan kondisi aliran laminar ( $NRe = 315,67$ ) yang mendukung pembentukan flok stabil sebelum proses pengendapan [11]. Setelah proses flokulasi selesai, air diambil melalui kran penguras di bagian bawah reaktor untuk dianalisis parameter kekeruhan. Reaktor ini digunakan secara berulang untuk setiap variasi dosis dan konsentrasi aktivator bittern.



Gambar 2. Proses Koagulasi Mekanik - Flokulasi *baffle channel*

### 2.3 Variabel Penelitian

- Variabel bebas : Aktivator (CaOH, KOH, NaOH), Dosis Koagulan Bittern (40,50,60 mL) dan Konsentrasi Aktivator (4%,5%,6%)
- Variabel tetap : Volume sampel limbah cair, Kecepatan & Waktu Pengadukan, Reaktor Koagulasi-Flokulasi (*Baffle Channel*), Konsentrasi Penurunan Parameter Kekeruhan

### 2.4 Metode Analisis

Analisis ini bertujuan utama untuk mengoptimalkan efektivitas bittern dalam pengolahan limbah tahu, di mana efektivitas diukur dari persen removal parameter limbah yang paling tinggi. Tujuan pertama adalah menentukan aktivator mana yang paling efektif dengan menganalisis peningkatan persen removal tertinggi pada parameter limbah. Setelah aktivator terbaik ditemukan, tujuan kedua adalah menentukan kombinasi Dosis dan Konsentrasi bittern yang paling optimal, yang diidentifikasi dari persen removal tertinggi pada berbagai kombinasi. Untuk melengkapi dan memperkuat hasil, penelitian ini secara khusus menambahkan analisis uji Kekeruhan (*Turbidity*) sebagai parameter penting; pengukuran ini dilakukan mengacu pada SNI 06-6989.25-2005 menggunakan turbidimeter/nephelometer yang dikalibrasi dengan larutan formazin, di mana nilai *Nephelometric Turbidity Unit (NTU)* yang diperoleh menunjukkan tingkat hamburan cahaya oleh partikel tersuspensi. Dengan demikian, efektivitas akhir akan dilihat dari persen removal paling tinggi secara keseluruhan untuk semua parameter limbah (termasuk Kekeruhan) pada perpaduan aktivator, dosis, dan konsentrasi yang paling unggul.

## 3. Hasil dan Pembahasan

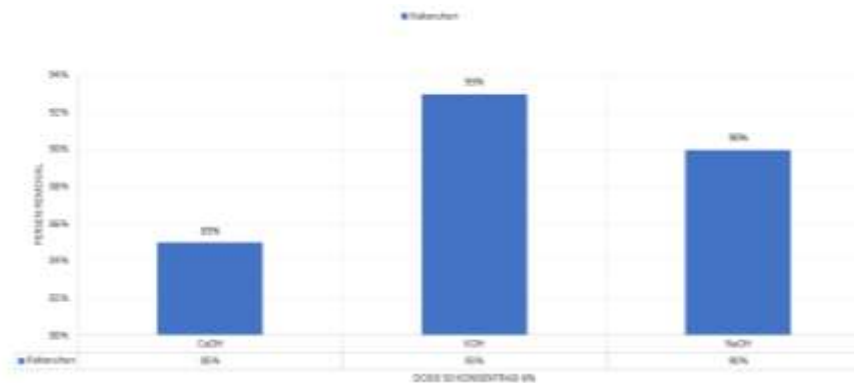
Tabel 1. Hasil Penelitian

No	No Running	Kode Sampel	Aktivator	Dosis (ml)	Konsentrasi	Parameter		
						Uji Awal Kekeruhan	Hasil Akhir Kekeruhan	% Removal Kekeruhan
1	1	A1	CaOH	40 (ml)	4%	1208 NTU	285 NTU	78%
2		A2			6%		257 NTU	80%
3		A3			8%		313 NTU	76%
4		B1	50 (ml)	4%	213 NTU		83%	

No	No Running	Kode Sampel	Aktivator	Dosis (ml)	Konsentrasi	Parameter					
						Uji Awal Kekeruhan	Hasil Akhir Kekeruhan	% Removal Kekeruhan			
5		B2		60 (ml)	6%		195 NTU	85%			
6		B3			8%		252 NTU	80%			
7		C1			4%		315 NTU	75%			
8		C2			6%		288 NTU	78%			
9		C3			8%		340 NTU	73%			
10		2			D1		KOH	40 (ml)	4%	180 NTU	86%
11					D2				6%	140 NTU	89%
12					D3				8%	187 NTU	85%
13					E1			50 (ml)	4%	142 NTU	89%
14	E2		6%	92.4 NTU	93%						
15	E3		8%	162 NTU	87%						
16	F1		60 (ml)	4%	211 NTU	84%					
17	F2			6%	170 NTU	87%					
18	F3			8%	254 NTU	80%					
19	3	G1	NaOH	40 (ml)	4%	170 NTU	87%				
20		G2			6%	200 NTU	84%				
21		G3			8%	249 NTU	81%				
22		H1		50 (ml)	4%	70 NTU	95%				
23		H2			6%	129 NTU	90%				
24		H3			8%	162 NTU	87%				
25		I1		60 (ml)	4%	117 NTU	91%				
26		I2			6%	170 NTU	87%				
27		I3			8%	187 NTU	85%				

### 3.1 Pengaruh Aktivator Ca(OH)<sub>2</sub>, KOH, NaOH, Terhadap Efektivitas Bittern

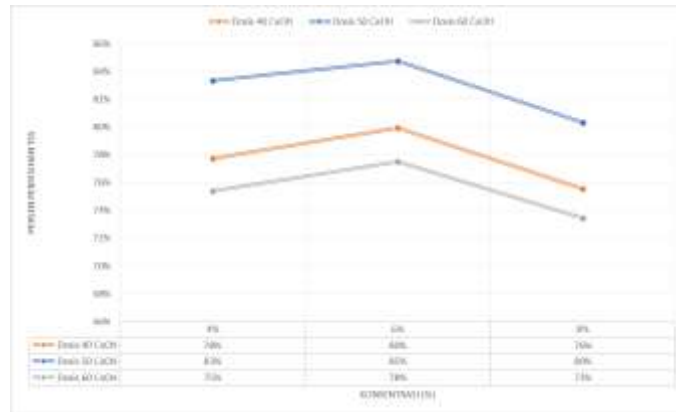
Berdasarkan hasil penelitian pada dosis 50 ml dan konsentrasi 6%, efektivitas penyisihan kekeruhan menunjukkan variasi antar aktivator, di mana Ca(OH)<sub>2</sub> menghasilkan efisiensi sebesar 85%. Aktivator KOH memberikan hasil tertinggi dengan efisiensi 93%. Sementara itu, NaOH menunjukkan efisiensi 90% pada konsentrasi 6% dan lebih optimal pada 4% dengan efisiensi penyisihan mencapai 95%, karena pembentukan presipitat hidroksida logam seperti Fe(OH)<sub>3</sub> dan Al(OH)<sub>3</sub> yang berfungsi sebagai inti flok [12]. Kedua aktivator basa kuat tersebut dinilai lebih efektif dibandingkan Ca(OH)<sub>2</sub> dalam meningkatkan efisiensi koagulasi-flokulasi bittern, menegaskan bahwa pemilihan jenis aktivator berpengaruh terhadap kinerja bittern.



Gambar 3. Grafik Penyisihan Kekeruhan dengan Dosis 50 ml dan Konsentrasi 6%

### 3.2 Pengaruh Dosis Koagulan Dan Konsentrasi Aktivator

Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi dosis koagulan bittern (40, 50, dan 60 mL) serta konsentrasi aktivator basa (4%, 6%, dan 8%) terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan limbah cair tahu. Aktivator yang digunakan adalah  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , KOH, dan NaOH, masing-masing menunjukkan karakteristik dan efisiensi berbeda pada kondisi tertentu. Berdasarkan grafik penyisihan kekeruhan dengan aktivator  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang menunjukkan bahwa kombinasi bittern dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  pada dosis dan konsentrasi optimum mampu menyisihkan kekeruhan.



**Gambar 4.** Grafik Penyisihan Kekeruhan Menggunakan Aktivator  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Dosis 40 ml  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Garis Oranye): Pada dosis ini, efisiensi penyisihan kekeruhan menunjukkan pola yang sedikit berfluktuasi dengan peningkatan konsentrasi. Untuk efisiensi kekeruhan dimulai dari 78% (4%), mencapai 80% (6%), dan turun ke 76% (8%). Pada dosis ini, efisiensi penyisihan kekeruhan menunjukkan pola yang sedikit berfluktuasi dengan peningkatan konsentrasi. Ini mungkin mengindikasikan bahwa dosis 40 ml  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  belum sepenuhnya mampu menyediakan jumlah ion  $\text{OH}^-$  yang cukup untuk mencapai pH optimum yang lebih tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan kalsium hidroksida sebagai koagulan membutuhkan kondisi pH yang spesifik untuk pembentukan presipitat  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  yang efektif, karena presipitasi  $\text{Mg}^{2+}$  dari bittern sangat sensitif terhadap nilai pH [13].

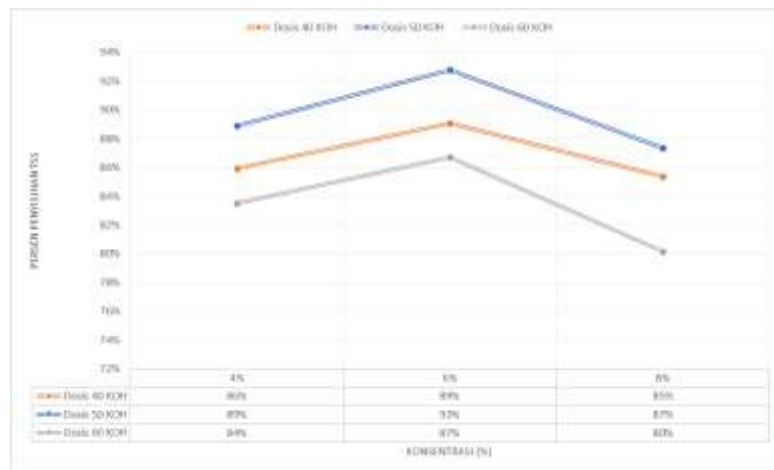
Dosis 50 ml  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Garis Biru Gelap): Dosis 50 ml  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  secara konsisten menunjukkan kinerja penyisihan kekeruhan yang paling optimal dibandingkan dosis lainnya untuk aktivator ini. Untuk efisiensi kekeruhan mendapatkan titik optimum pada konsentrasi 6% sebesar 85%. Efisiensi pada konsentrasi 4% adalah 83%, dan menurun menjadi 80% pada konsentrasi 8%. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi dosis 50 ml  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan konsentrasi 6% berhasil mencapai kondisi pH yang paling ideal untuk pembentukan flok  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  yang efisien, yang merupakan aspek krusial dalam optimasi koagulasi-flokulasi menggunakan bittern untuk mencapai efisiensi maksimal [14].

Dosis 60 ml  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Garis Abu-abu): Peningkatan dosis  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  menjadi 60 ml umumnya menunjukkan penurunan efisiensi dibandingkan dosis 50 ml yang optimal, meskipun masih ada sedikit peningkatan efisiensi dari konsentrasi 4% ke 6%. Untuk efisiensi kekeruhan dimulai dari 75% (4%), mencapai 78% (6%), dan turun ke 73% (8%). Pola ini sangat mengindikasikan fenomena "overdosis". Penambahan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang berlebihan pada dosis 60 ml cenderung menyebabkan pH menjadi terlalu tinggi, yang dapat mengganggu stabilitas flok yang sudah terbentuk. Selain itu, konsentrasi ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang sangat tinggi juga berpotensi mempengaruhi mekanisme flokulasi [15].

Berdasarkan grafik penyisihan kekeruhan dengan aktivator KOH yang menunjukkan bahwa kombinasi bittern dengan KOH pada dosis dan konsentrasi optimum mampu menyisihkan kekeruhan. Dosis 40 ml KOH (Garis Oranye): Pada dosis ini, efisiensi penyisihan kekeruhan menunjukkan peningkatan seiring dengan kenaikan konsentrasi dari 4% ke 6%, lalu sedikit menurun pada 8%. Untuk efisiensi kekeruhan dimulai dari 86% (4%), mencapai 89% (6%), dan turun ke 85% (8%). Pola ini menunjukkan bahwa pada dosis 40 ml, konsentrasi 6% adalah yang paling efektif. Penurunan efisiensi pada konsentrasi 8% dapat dijelaskan oleh adanya pH optimum dalam proses koagulasi, di mana pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengganggu kestabilan flok dan menurunkan efisiensi penyisihan [16].

Dosis 50 ml KOH (Garis Biru Gelap): Dosis 50 ml KOH secara konsisten menunjukkan kinerja kekeruhan yang paling optimal dibandingkan dosis lainnya. Untuk efisiensi kekeruhan puncak juga pada konsentrasi 6% sebesar 93%. Efisiensi pada konsentrasi 4% adalah 89%, dan menurun menjadi 87% pada

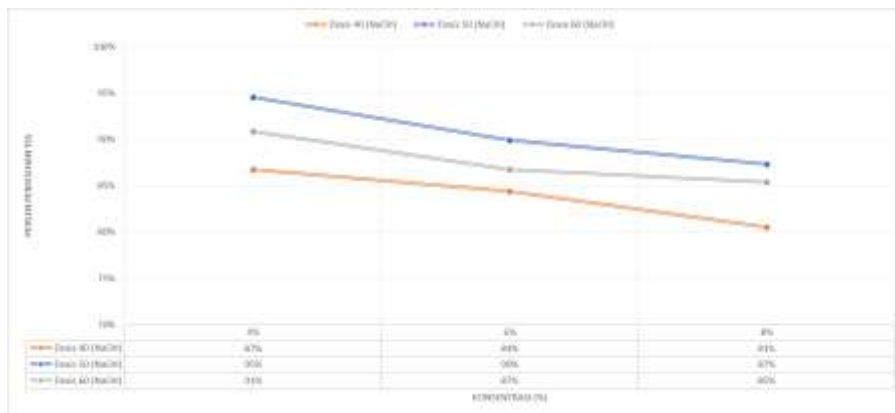
konsentrasi 8%. Hasil ini mendukung teori bahwa kombinasi ideal dosis dan pH mampu mengoptimalkan pembentukan flok [17].



Gambar 5. Grafik Penyisihan Kekeruhan Menggunakan Aktivator KOH

Dosis 60 ml KOH (Garis Abu-abu): Peningkatan dosis KOH menjadi 60 ml menunjukkan penurunan efisiensi dibandingkan dosis 50 ml, meskipun masih memberikan hasil yang cukup baik. Untuk kekeruhan, efisiensi berkisar dari 84% (4%), mencapai 87% (6%), dan turun ke 80% (8%). Penambahan KOH yang berlebihan pada dosis 60 ml cenderung menyebabkan pH menjadi terlalu tinggi, yang dapat mengganggu kestabilan flok yang sudah terbentuk atau mengubah mekanisme koagulasi menjadi kurang efektif. Fenomena ini, di mana penambahan koagulan yang berlebihan dapat menurunkan efisiensi, telah didokumentasikan dalam banyak penelitian mengenai pengolahan air [18].

Berdasarkan grafik penyisihan kekeruhan dengan aktivator NaOH yang menunjukkan bahwa kombinasi bittern dengan NaOH pada dosis dan konsentrasi optimum mampu menyisihkan kekeruhan.



Gambar 6. Grafik Penyisihan Kekeruhan Menggunakan Aktivator NaOH

Dosis 40 ml NaOH (Garis Oranye): Pada dosis ini, efisiensi penyisihan kekeruhan menunjukkan tren menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi. Untuk efisiensi kekeruhan dimulai dari 87% (4%), turun menjadi 84% (6%), dan 81% (8%). Pola ini menunjukkan bahwa pada dosis 40 ml, konsentrasi 4% adalah yang paling efektif. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang juga menunjukkan bahwa efisiensi koagulasi-flokulasi tidak selalu meningkat seiring dengan penambahan koagulan. Ada titik optimal, dan penambahan yang berlebihan justru menurunkan kinerja pengolahan yang disebabkan oleh mekanisme overdosis atau restabilization flok [19].

Dosis 50 ml NaOH (Garis Biru Gelap): Dosis 50 ml NaOH secara konsisten menunjukkan kinerja penyisihan kekeruhan yang paling optimal di antara semua dosis yang diuji. Untuk efisiensi kekeruhan puncak juga pada konsentrasi 4% sebesar 95%. Efisiensi ini kemudian menurun menjadi 90% (6%) dan 87% (8%). Hasil ini mendukung mekanisme pembentukan flok  $Mg(OH)_2$  melalui reaksi  $Mg^{2+}$  dari bittern dan ion  $OH^-$  dari NaOH, di mana kondisi pH optimum sangat menentukan efisiensi koagulasi-flokulasi seperti dijelaskan oleh [20].

Dosis 60 ml NaOH (Garis Abu-abu): Peningkatan dosis NaOH menjadi 60 ml menunjukkan penurunan efisiensi dibandingkan dosis 50 ml, meskipun masih memberikan hasil yang relatif baik. Untuk efisiensi kekeruhan dimulai dari 91% (4%), turun menjadi 87% (6%), dan 85% (8%). Pola ini memperkuat konsep adanya dosis optimum. Penambahan NaOH yang berlebihan pada dosis 60 ml cenderung menyebabkan pH menjadi terlalu tinggi, yang dapat mengganggu kestabilan flok yang sudah terbentuk atau bahkan menyebabkan *redissolution* sebagian presipitat  $Mg(OH)_2$ . Fenomena ini sering disebut "overdosis koagulan", sebagaimana dijelaskan pula dalam studi oleh [21]. Secara keseluruhan, ketiga aktivator menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan meningkat hingga titik optimum, lalu menurun pada konsentrasi yang berlebihan dengan efisiensi total berkisar antara 73–95%.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa limbah tambak garam bittern yang diaktifkan dengan basa kuat ( $Ca(OH)_2$ , KOH, dan NaOH) sebagai koagulan yang dimana NaOH paling efektif dalam menurunkan parameter kekeruhan.

Penelitian ini menemukan terdapat kondisi optimal untuk masing-masing aktivator. NaOH kondisi optimal berada pada dosis 50 ml dan konsentrasi 4% dengan penyisihan Kekeruhan 95%. KOH kondisi optimal berada pada dosis 50 ml dan konsentrasi 6% dengan penyisihan Kekeruhan 93%.  $Ca(OH)_2$  kondisi optimal berada pada dosis 50 ml dan konsentrasi 6% dengan penyisihan Kekeruhan sebesar 85%, ditemukan bahwa ada dosis optimum, di mana penambahan dosis yang terlalu tinggi justru dapat menurunkan kinerja pengolahan limbah.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Djari, Findia Wulan, and S. K. M. Rezania Asyfiradayati. *Effectiveness of Reducing Turbidity Levels of Tofu Industry Wastewater with Alum Coagulant*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2024.
- [2] Janaka, Bambang, Dyan Kunthi, and Suhat Suhat. "Analisis Kandungan Limbah Cair Tahu (Studi Pada Industri Tahu di Kecamatan Tambun Utara Kabupaten Bekasi)." *Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan* 15.2 (2025): 138-148.
- [3] Sabarudin, Triargi, and Sutrasno Kartohardjono. "The combination of coagulation-flocculation and membrane processes to minimize pollution of tofu wastewater." (2020): 56-60.
- [4] Syahbilla, Olivia. *Optimalisasi Penggunaan Serbuk Biji Kelor (Moringa oleifera) sebagai Koagulan Alami pada Limbah Cair Industri Tahu*. Diss. Universitas Islam Indonesia, 2023.
- [5] Nugraha, Krisna A., Putu Wesen, and M. Mirwan. "Pemanfaatan bittern sebagai koagulan alternatif pengolahan limbah tepung ikan." *Jurnal Ilmu Teknik Lingkungan* 8.1 (2018): 1-9.
- [6] Gatneh, Syaima. *Pemanfaatan Limbah Bittern Sebagai Koagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair Pengolahan Ikan*. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2021.
- [7] Syafidah, Izzatul Putri Dinda. *Pemanfaatan Bittern Sebagai Koagulan Alternatif Untuk Menurunkan Konsentrasi Chemical Oxygen Demand Dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Industri Tempe*. Diss. Universitas Airlangga, 2020.
- [8] Cho, Khin Mar, Kyaw Naing, and Khin Cho Khat. *Production of Magnesium Hydroxide and Magnesium Oxide Nanoparticles from Bittern and their Industrial Applications*. Diss. MERAL Portal, 2016.
- [9] A. Yulianto, R. S. Dewi, dan S. H. Dewi, "Pengaruh Jenis Aktivator terhadap Efektivitas Bittern sebagai Koagulan dalam Pengolahan Limbah Cair," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 15, no. 1, pp. 20–27, 2021.
- [10] R. Zavira, "Desain Reaktor Koagulasi-Flokulasi Baffle Channel untuk Pengolahan Limbah Cair Industri," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 10, no. 1, pp. 56–63, 2023.
- [11] Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*, 5th ed., McGraw-Hill Education, New York, 2014.
- [12] D Loredana, L. I. T. U., et al. "Comparative study between flocculation-coagulation processesin raw/wastewater treatment." *AgroLife Scientific Journal* 8.1 (2019).
- [13] N. A. Brilliantika, "Analisis Efektivitas Presipitasi  $Mg(OH)_2$  pada Pengolahan Limbah Bittern dengan Variasi pH," *Jurnal Sains dan Aplikasi Teknik Lingkungan*, vol. 9, no. 2, pp. 33–40, 2023.
- [14] Nugraha, Krisna A., Putu Wesen, and M. Mirwan. "Pemanfaatan bittern sebagai koagulan alternatif pengolahan limbah tepung ikan." *Jurnal Ilmu Teknik Lingkungan* 8.1 (2018): 1-9.

- [15] Hutabarat, Dicky Morina, Wianthi Septia Witasari, and Rio Baskoro. "Pengaruh Jenis Koagulan Dan Variasi pH Terhadap Kualitas Limbah Cair Di Instalasi Pengolahan Air Limbah PT Kawasan Industri Intiland." *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi* 8.3 (2022): 588-594.
- [16] S. Verma, R. Dash, dan P. Bhunia, "A Review on Chemical Coagulation/Flocculation Technologies for Removal of Colour from Textile Wastewaters," *Journal of Environmental Management*, vol. 246, pp. 347–364, 2019.
- [17] Jiang, Jia-Qian. "The role of coagulation in water treatment." *Current Opinion in Chemical Engineering* 8 (2015): 36-44.
- [18] Ekoputri, Salsabila Fitria, et al. "Pengolahan air limbah dengan metode koagulasi flokulasi pada industri kimia." *Jurnal Serambi Engineering* 9.1 (2024): 7781-7787.
- [19] Ekoputri, Salsabila Fitria, et al. "Pengolahan air limbah dengan metode koagulasi flokulasi pada industri kimia." *Jurnal Serambi Engineering* 9.1 (2024): 7781-7787.
- [20] Bagastyo, Arseto Yekti, et al. "Resource recovery and utilization of bittern wastewater from salt production: a review of recovery technologies and their potential applications." *Environmental Technology Reviews* 10.1 (2021): 295-322.
- [21] Fitriani, Asih Elok. *Penurunan konsentrasi methyl orange dengan variasi dosis koagulan ekstrak NaCl-biji Asam Jawa serta pH larutan dan konsentrasi methyl orange*. Diss. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2016.