

Analisis Komparasi Penggunaan Biokoagulan dari Ekstrak Biji Kelor dan Biji Asam Jawa pada Limbah Cair Pabrik Tahu APL Ngeblur Lamongan

Adlhatul Ro'fa¹, Marsha Savira Agatha Putri², Nur Lathifah Syakbanah^{3,*}

¹ Mahasiswa Kesehatan Lingkungan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Lamongan

^{2,3} Dosen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Lamongan

* Correspondence author: id_nurlathifahs@unisla.ac.id; Tel.: +62 857-3100-2402

Received: 19 July 2022; Accepted: 19 July 2022; Published: 31 March 2023

Abstract

*Disposal of tofu liquid waste into the environment without processing causes physical, chemical and biological environmental changes that can wait for balance and pollute the environment. This study aims to determine the difference or effectiveness and optimum dose for decreasing the concentration of parameters BOD, COD, TSS and turbidity with the biocoagulants of Moringa seeds (*Moringa oleifera*) and tamarind seeds (*Tamarindus indica*). Variations in the dose of coagulant used in this study were 0 g, 1 g, 3 g and 5 g. Sampling of the tofu factory liquid waste was carried out at the Ngeblur APL Kedungpring Lamongan Factory. The initial characteristics of the liquid waste from the tofu factory showed concentrations of BOD, COD, TSS and turbidity that did not meet the quality standards of liquid waste in the Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014 so that it was necessary to treat wastewater before being discharged into water bodies. This research was carried out with fast stirring for 3 minutes, slow stirring for 15 minutes using a magnetic stirrer. The results were analyzed descriptively with the result that a decrease of 5 grams was able to reduce >50% BOD 87% and COD 53%, and reduce <50% TSS and turbidity values in tofu industrial wastewater from biocoagulants from *Moringa oleifera* seeds (*Moringa oleifera*). While the optimum dose of tamarind seed biocoagulant (*Tamarindus indica*) of 5 grams was able to reduce >50% BOD 51% and TSS 52% values, and reduce*

<50% COD and turbidity values in tofu factory wastewater.

Keywords: *Natural biocoagulants, coagulation-flocculation, tofu industrial wastewater.*

Abstrak-

Pembuangan limbah cair tahu ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan menyebabkan perubahan lingkungan secara fisik, kimia dan biologis yang dapat menunggu keseimbangan serta mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan atau efektivitas dan dosis optimum penurunan konsentrasi parameter BOD, COD, TSS dan kekeruhan dengan biokoagulan biji kelor (*Moringa oleifera*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica*). Variasi dosis koagulan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 0 g, 1 g, 3 g dan 5 g. Pengambilan sampel limbah cair pabrik tahu dilakukan di Pabrik APL Ngeblur Kedungpring Lamongan. Karakteristik awal limbah cair pabrik tahu menunjukkan

konsentrasi BOD, COD, TSS dan kekeruhan yang belum memenuhi syarat baku mutu limbah cair pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 sehingga perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum di buang ke badan air. Penelitian ini dilakukan dengan pengadukan cepat selama 3 menit, pengadukan lambat selama 15 menit menggunakan *magnetic stirrer*. Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dengan hasil penurunan sebesar 5 gram mampu menurunkan >50% nilai BOD 87% dan COD 53%, serta menurunkan <50% nilai TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu dari biokoagulan biji kelor (*Moringa oleifera*). Sedangkan dosis optimum penggunaan biokoagulan biji asam jawa (*Tamarindus indica*) sebesar 5 gram mampu menurunkan >50% nilai BOD 51% dan TSS 52%, serta menurunkan <50% nilai COD dan kekeruhan pada limbah cair pabrik tahu.
Kata Kunci: Biokoagulan alami, koagulasi-flokulasi, limbah cair industri tahu.

1. Pendahuluan

Besarnya laju perkembangan penduduk dan industrialisasi di Indonesia telah mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan. Kepadatan pemukiman dan kondisi sanitasi lingkungan yang buruk serta limbah pabrik yang langsung di buang ke badan air tanpa proses pengolahan telah menyebabkan pencemaran sungai-sungai yang ada dan air tanah dangkal di sebagian besar wilayah Indonesia (1). Pembuangan limbah cair tahu ke lingkungan tanpa diolah limbahnya menyebabkan perubahan lingkungan secara fisik, kimia dan biologi, sehingga dapat mengganggu keseimbangan serta mencemari lingkungan (2).

Salah satu alternatif pengolahan yang dapat dilakukan yaitu dengan koagulasi flokulasi. koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel senyawa koloid dalam limbah cair atau proses pengendapan dengan penambahan bahan koagulan ke dalam limbah cair sehingga terjadi endapan pada dasar tangki pengendapan. Flokulasi merupakan proses aglomerasi dari partikel-partikel yang terdestabilisasi dan koloid menjadi partikel yang terendapkan dengan pengadukan lambat (3).

Pada proses koagulasi-flokulasi merupakan suatu proses yang diperlukan untuk menghilangkan material limbah berbentuk suspensi atau koloid. Koloid merupakan suatu partikel-partikel yang tidak dapat mengendap dalam waktu tertentu dan tidak dapat dihilangkan dengan proses perlakuan fisika biasa. (4). Koagulan yang digunakan dapat dibedakan menjadi koagulan kimia dan koagulan alami. Koagulan kimia merupakan koagulan yang kurang ramah lingkungan. Koagulan yang digunakan merupakan koagulan sintesis yang sering disebut koagulan kimia seperti alum dan poly aluminium chloride (PAC). Beberapa studi melaporkan bahwa senyawa alum memicu penyakit *Alzheimer*. Dilaporkan juga bahwa monomer beberapa polimer organik sintetik seperti PAC dan alum memiliki sifat neurotoksisitas (5).

Pemanfaatan bahan alami sebagai koagulan karena memiliki beberapa keuntungan antara lain bersifat biodegradable, lebih aman terhadap kesehatan manusia dan lebih ekonomis. Koagulan alami dapat dijumpai dengan mudah karena dapat diambil atau diekstrak dari bahan lokal berupa tumbuhan dan hewan. (6).

Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai alternatif koagulan memiliki kandungan protein yang cukup tinggi pada bijinya sehingga mampu berperan sebagai koagulan yang efektif untuk memperbaiki sifat fisik-kimia pada air limbah. Konsentrasi protein dari biji (biji dalam kotiledon) sebesar 147.280 ppm/gram (7). Sedangkan kemampuan biji asam jawa sebagai biokoagulan diakibatkan kandungan proteinnya yang cukup tinggi yang dapat berperan sebagai polielektrolit alami. Biji asam jawa memiliki kandungan tannin sebesar 20,2% yang terdapat pada kulit biji dan kandungan pati dalam daging biji cukup besar sekitar 33,1%. Tannin yang dikandung dalam tanaman merupakan zat aktif yang menyebabkan proses koagulasi dan polimer alami seperti pati berfungsi sebagai flokulan(8).

Dari alasan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh biji asam jawa (*Tamarindus indica*) dan biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai koagulan pada limbah cair pabrik tahu sehingga diperoleh hasil yang optimum. Variabel yang diamati dalam penelitian adalah BOD, TSS, COD, pH dan Kekeruhan dengan membandingkan dari tiap-tiap variasi. Variabel penelitian yang digunakan adalah pemberian dosis konsentrasi biji asam jawa dan biji kelor sebagai koagulan dengan variasi (0 gram, 1 gram, 3 gram, 5 gram) kecepatan putaran pada proses koagulasi-flokulasi dan lama pengadukan lambat (flokulasi).

2. Metodologi

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap antara lain: studi literatur, pengurusan perizinan, pengumpulan data dan observasi, analisis data, serta penyusunan laporan. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini sebanyak 8 bulan mulai bulan November 2021 hingga bulan Juni 2022. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, penelitian eksperimental terkait pengaruh biokoagulan ekstrak biji kelor dan biji asam jawa dapat diaplikasikan pada limbah cair pabrik tahu. Sehingga Pabrik Tahu APL Nglebur yang berlokasi pada Desa Nglebur, Kecamatan Kedungpring, Kabupaten Lamongan.

b. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah *magnetic stirrer*, gelas beaker, pengaduk, ayakan 40 mesh, kertas saring, sepatula, gelas ukur, blender, oven, jirigen (HDPE) ukuran 20 L. Bahan yang digunakan adalah biji asam jawa dan biji kelor dan limbah cair tahu.

c. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimental skala laboratorium menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yang bertujuan menjelaskan fenomena yang ada dengan menggunakan angka-angka untuk menggambarkan karakteristik individu atau kelompok. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *True Eksperimental Research*, dengan desain *The Post Test Only Control Grup Desain*.

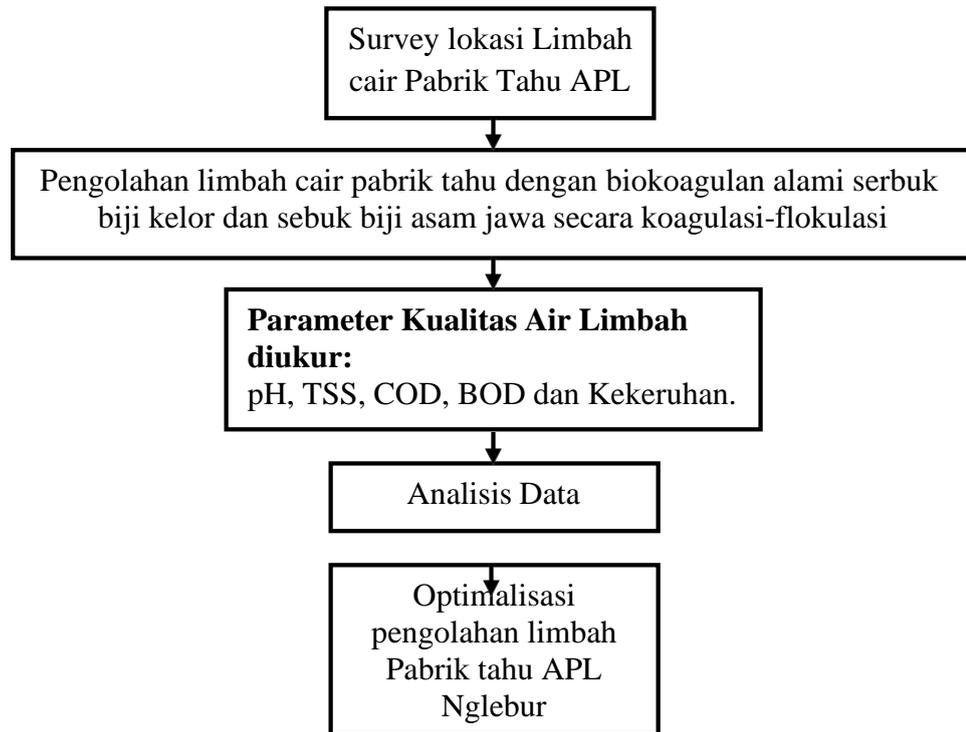
• Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air limbah pabrik tahu pada outlet penampungan limbah dengan metode grab sampling sesuai SNI 6989.59:2008 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. Limbah cair yang diambil sebanyak 20 L dimasukkan jirigen plastic *High Density Polyethylene* (HDPE) ukuran 20 L kemudian ditutup rapat. Kemudian, sampel diangkut dan dibawa ke Laboratorium Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Lamongan. Limbah cair dari pabrik tahu tersebut didiamkan selama tiga jam hingga limbah cair bersuhu ruangan (27°C).

• Cara Kerja

Sampel air Limbah Cair Pabrik Tahu dimasukkan kedalam 4 beaker gelas masing-masing sebanyak 1000 mL. Pada beaker gelas I tanpa ditambahkan koagulan sebagai kontrol. Sedangkan pada beaker gelas II, III, IV ditambahkan biji asam jawa dan biji kelor sebagai koagulan sebanyak 1 gram, 3 gram, 5 gram dalam waktu yang bersamaan. Kemudian melakukan pengadukan cepat dengan putaran 120 rpm selama 3 menit dan melanjutkannya dengan pengadukan lambat dengan kecepatan 40 rpm selama 15 menit. Memberi kesempatan sampel air yang telah mengalami pengadukan untuk proses penggabungan flok agar mengendap dalam waktu 24 jam. Setelah terjadi pengendapan, mengambil sampel yang sudah jernih untuk menganalisa pH, BOD, COD, TSS dan Kekeruhan.

• **Kerangka Berpikir**



Gambar 1. Kerangka Berpikir

d. Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah proses pengumpulan data. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan pengulangan 1 kali untuk mendapatkan kondisi optimum. Analisis Deskriptif presentase penurunan atau peningkatan parameter dari tiap variasi konsentrasi dilakukan untuk mengetahui besarnya penurunan atau peningkatan pH, COD, BOD, TSS dan Kekeruhan pada air limbah cair pabrik tahu yang diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Presentase Penurunan} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\%$$

Dimana : A = nilai parameter awal sebelum *perlakuan*

B = nilai parameter akhir setelah *perlakuan*

Analisis presentase penurunan nilai parameter pH, BOD, COD, TSS dan kekeruhan pada limbah cair pabrik tahu dianalisis menggunakan MS Excel.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan perlakuan pengolahan limbah cair dari Pabrik Tahu APL Nglebur, dilakukan pengukuran parameter kualitasnya. Hasil nilai pengukuran parameter

kualitas limbah cair pabrik tahu sebelum dilakukan pengolahan menunjukkan konsentrasi sebagai berikut:

a. Nilai Parameter Kualitas Limbah Cair Pabrik Tahu Sebelum Diolah

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter kualitas limbah cair Pabrik Tahu APL Nglebur sebelum pengolahan

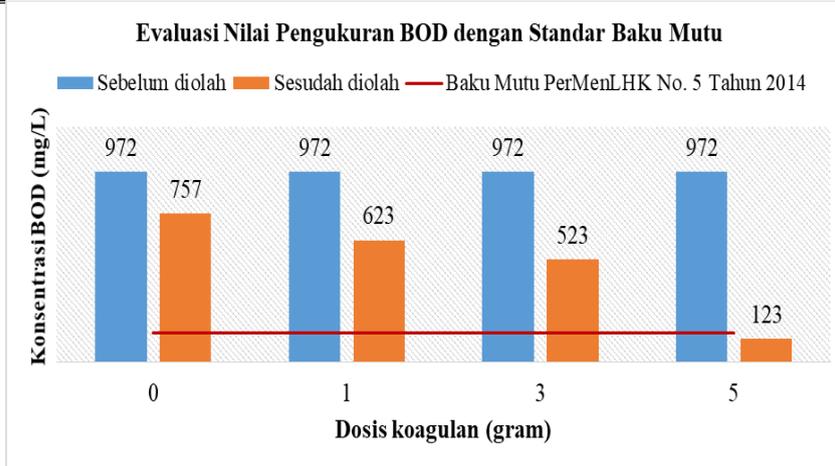
No	Parameter	Hasil Pengukuran	Baku Mutu*	Satuan	Keterangan
1.	BOD	972	150	mg/L	Tidak memenuhi syarat baku mutu
2.	TSS	753	200	mg/L	Tidak memenuhi syarat bakumutu
3.	COD	686	300	mg/L	Tidak memenuhi syarat baku mutu
4.	pH	3.78	6 – 9	-	Tidak memenuhi syarat bakumutu
5.	Kekeruhan	603	-	NTU	-

*) Baku mutu yang diacu adalah PerMenLHK No. 5 Tahun 2014

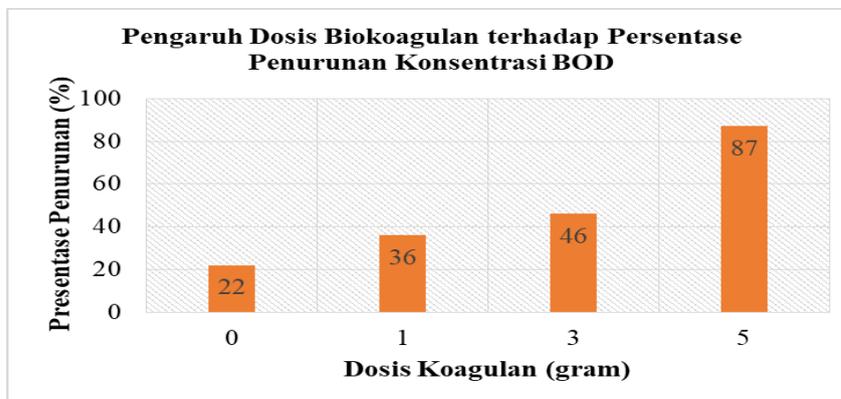
b. Evaluasi Penggunaan Biokoagulan Biji Kelor terhadap Penurunan Nilai Parameter Kualitas Limbah Cair

• **Evaluasi Konsentrasi BOD**

Proses pengolahan koagulasi flokulasi dilakukan dengan koagulan biji kelor menggunakan tiga variasi dosis yaitu 0 g, 1 g, 3 g, 5 g untuk menurunkan konsentrasi BOD pada limbah cair pabrik tahu. Evaluasi nilai pengukuran BOD dengan standar baku mutu dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3 dibawah ini:



Gambar 2. Evaluasi nilai pengukuran BOD dengan Standar Baku Mutu



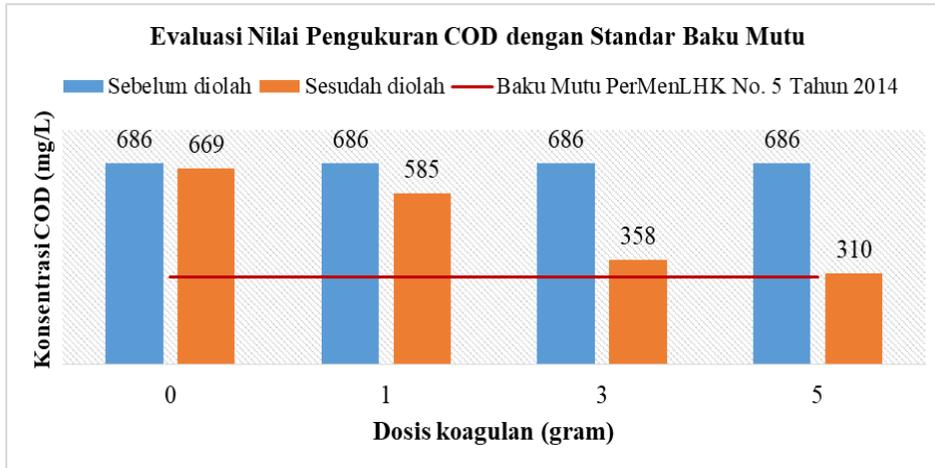
Gambar 3. Evaluasi nilai BOD terhadap persentase penurunan konsentrasi BOD

Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi dosis koagulan biji kelor yang diberikan semakin besar penurunan kadar BOD pada limbah cair tahu. Berdasarkan penelitian putra dkk (2013) dikatakan efektif apabila dapat menurunkan $> 50\%$ sehingga dari penelitian ini Jadi pada penelitian ini koagulan biji kelor dengan dosis 5 gram efektif menurunkan parameter BOD $> 50\%$ yaitu dengan presentase 87% dari konsentrasi awal limbah 972 mg/L menjadi 123 mg/L. Penurunan parameter BOD disebabkan oleh proses pengadukan akan meningkatkan kesempatan antar partikel untuk bereaksi. Serta mempunyai bahan-bahan organik dalam limbah cair industri tahu menjadi cepat mengendap dan menggumpal, menggabungkan partikel serbuk biji kelor dengan bahan organik maupun anorganik dalam air limbah (5).

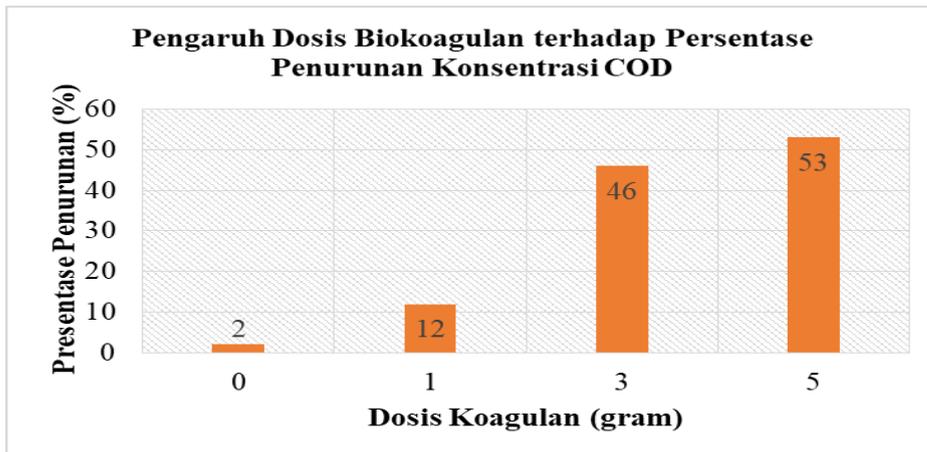
- **Evaluasi Konsentrasi COD**

Proses pengolahan koagulasi flokulasi dilakukan dengan koagulan biji kelor menggunakan empat variasi dosis yaitu 0 g, 1 g, 3 g, 5 g untuk menurunkan konsentrasi

COD pada limbah cair pabrik tahu. Evaluasi nilai pengukuran COD dengan standar baku mutu dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5 dibawah ini:



Gambar 4. Evaluasi nilai pengukuran COD dengan standar baku mutu



Gambar 5. Pengaruh dosen biokuagulan terhadap persentase penurunan konsentrasi COD

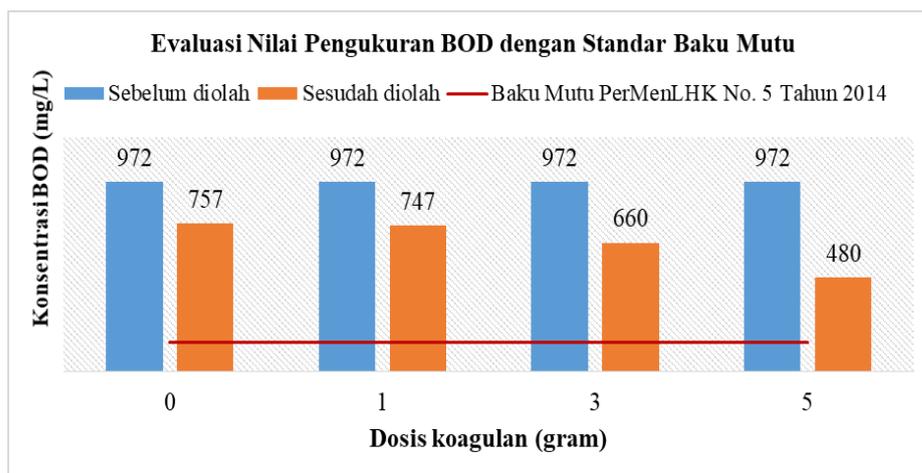
Jadi dapat disimpulkan 0 g menghasilkan penurunan paling sedikit COD yaitu 2% dan pada penambahan variasi dosis 5 gram koagulan biji kelor terjadi presentase penurunan semakin banyak hingga 53%. Menunjukkan semakin banyak dosis koagulan maka semakin efektif untuk menurunkan parameter COD. Hal yang sama terjadi pada penelitian (6) semakin banyak dosis koagulan menghasilkan penurunan parameter COD yang semakin menurun.

Reaksi ini menyebabkan gaya Tarik menarik antar partikel koloid membentuk mikroflokk. Partikel koloid yang saling berkaitan membentuk flokk-flokk menjadi flokk dengan ukuran yang lebih besar sehingga terjadi pengendapan dengan cepat (7).

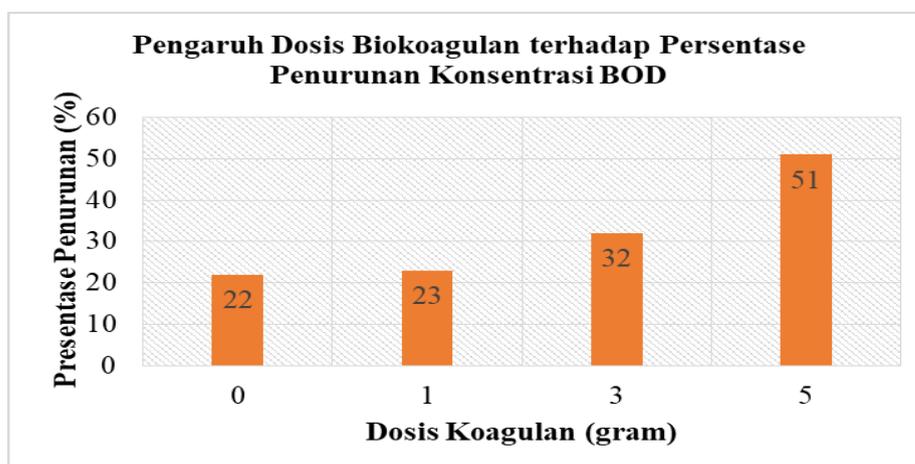
c. Evaluasi Penggunaan Biokoagulan Biji Asam Jawa terhadap Penurunan Nilai Parameter Kualitas Limbah Cair

• **Evaluasi Konsentrasi BOD**

Proses pengolahan koagulasi flokulasi dilakukan dengan koagulan biji asam jawa menggunakan empat variasi dosis yaitu 0 g, 1 g, 3 g, 5 g untuk menurunkan konsentrasi BOD pada limbah cair pabrik tahu. Evaluasi nilai pengukuran BOD dengan standar baku mutu dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7 dibawah ini:



Gambar 6. Evaluasi nilai pengukuran BOD dengan Standar Baku Mutu



Gambar 7. Pengaruh dosis biokoagulan terhadap persentasi penurunan konsentrasi BOD

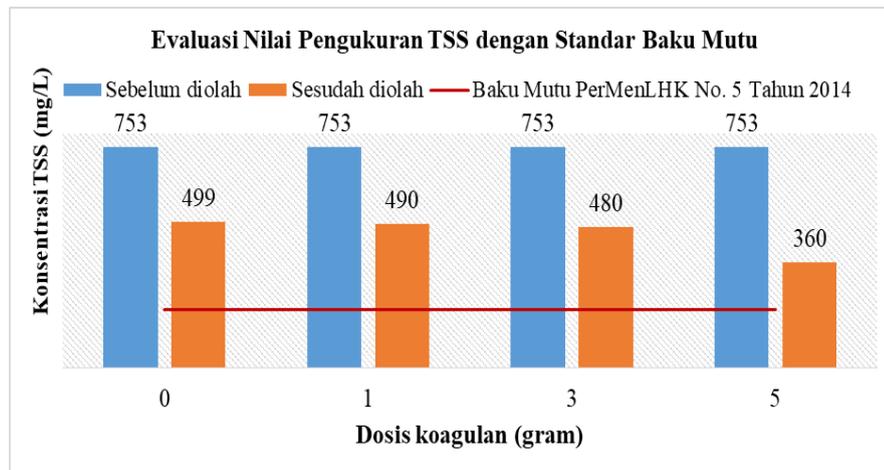
Setelah dilakukan penelitian, pada dosis 0 gram yang menurun hingga angka 757 mg/L presentase penurunan sebesar 22%. Penambahan variasi dosis koagulan serbuk biji asam jawa semakin meningkat pada konsentrasi dosis 5 gram meningkat hingga 480 mg/L presentase penurunan sebesar 51%. Hal ini sama dengan penelitian Kararina mila (2020) bahwa semakin banyak dosis serbuk biji asam jawa yang

digunakan semakin besar pula penurunan kadar BOD pada limbah cair tahu.

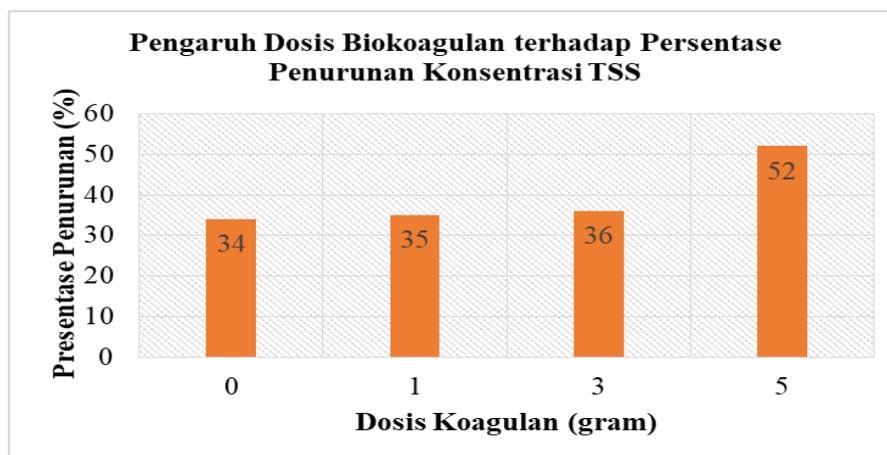
Biji asam jawa dapat digunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi karena kandungan protein yang terdapat didalam biji tersebut yang berperan sebagai polielektrolit. Protein yang terlarut dari biji asam jawa mengandung gugus $-NH_3^+$ yang dapat mengikat partikel-partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran partikel yang akhirnya dapat diendapkan (8).

- **Evaluasi Konsentrasi TSS**

Proses pengolahan koagulasi flokulasi dilakukan dengan koagulan biji asam jawa menggunakan empat variasi dosis yaitu 0 g, 1 g, 3 g, 5 g untuk menurunkan konsentrasi TSS pada limbah cair pabrik tahu. Evaluasi nilai pengukuran TSS dengan standar baku mutu dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9. dibawah ini:



Gambar 8. Evaluasi nilai pengukuran TSS dengan standar baku mutu



Gambar 9. Pengaruh dosis biokoagulan terhadap presentase penurunan konsentrasi TSS

Setelah dilakukan penelitian, pada dosis 0 gram yang menurun hingga angka 449 mg/L presentase penurunan sebesar 34% Maka pada perlakuan Penambahan variasi dosis koagulan serbuk biji asam jawa dimana pada dosis 5 gram mampu menghasilkan penurunan sebanyak 360 mg/L dengan presentase penurunan 52% Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wati Agustina Dewi (2014) bahwa semakin tinggi penambahan koagulan asam jawa semakin turun kadar TSS.

Hal ini terjadi karena adanya koagulan biji asam jawa dapat dipergunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi, karena biji asam jawa terdapat kandungan *tannin*. (Biji asam jawa juga mempunyai kemampuan sebagai biokoagulan diakibatkan kandungan proteinya yang cukup tinggi yang dapat berperan sebagai polielektrolit (4).

5. Kesimpulan

1. Dosis optimum penggunaan biokoagulan biji kelor (*Moringa oleifera*) sebesar 5 gram mampu menurunkan > 50% nilai BOD 87% dan COD 53%, serta menurunkan < 50% nilai TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu. Sedangkan dosis optimum penggunaan biokoagulan biji asam jawa (*Tamarindus indica*) sebesar 5 gram mampu menurunkan >50% nilai BOD 51% dan TSS 52%, serta menurunkan < 50% nilai COD dan kekeruhan pada limbah cair pabrik tahu.
2. Dosis optimum 5 gram biokoagulan biji kelor (*Moringa oleifera*) lebih efektif dibandingkan biji asam jawa (*Tamarindus indica*) dalam menurunkan nilai BOD hingga memenuhi syarat baku mutu air limbah pabrik tahu pada PermenLHK No 5 Tahun 2014.

Daftar Pustaka

1. Aminah, S., Ramdhan, T., & Yanis, M. (2015). Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanamankelor (*Moringa oleifera*). *Buletin pertanian perkotaan*, 5(2), 35-44.
2. Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah* Yogyakarta : Gosyen Publishing
3. Coniwanti, P., Mertha, I. D., & Epriane, D. (2013). Pengaruh beberapa jenis koagulan terhadap pengolahan limbah cair industri tahu dalam tinjauannya terhadap Turbidity, TSS dan COD. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(3).
4. Hendrawati, H., Syamsumarsih, D., & Nurhasni, N. 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Prosiding SEMIRATA 2013*,

1(1).

5. Hikama Rizky Nabila, A. S. (2019). Biji Flamboyan (*Delonix Regia*) sebagai biokoagulan dalam menurunkan konsentrasi Chemical Oxygen Demand Dan Total Suspended Solid Limbah cair industri tempe.
6. Husaini, S. S. (2018). Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial Menggunakan Metode Jar Test. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 14(1)*, 31 - 45.
7. Prihatinningtyas, E. (2013). Aplikasi Koagulan Alami Dari Tepung Jagung Dalam Pengolahan Air Bersih. *Jurnal Teknosains*, Vol. 2(2): 71-158.
8. Sari, N. I., & Rois Fatoni, S. T. (2018). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).