

Efektifitas Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan

The Effectiveness of Moringa oleifera L. Seeds as A Biocoagulant in Reducing Liquid Waste of The Soft Drink Industry

Neny Rasnyanti M Aras^{1)*}, Asriani¹⁾

¹⁾ Program Studi Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur

ABSTRAK

Limbah cair industri minuman ringan biasanya menggunakan bahan baku berupa gula sebagai perasa dengan bahan baku utama glukosa. Dengan demikian tidak mengherankan limbah tersebut banyak mengandung bahan-bahan organik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif lain dalam mengendalikan pencemaran limbah industri cair dengan menggunakan koagulan alami dalam hal menurunkan nilai COD, TSS, kekeruhan, dan pH dengan variasi dosis koagulan biji kelor. Penelitian ini dilakukan cara mempersiapkan biji kelor yang akan digunakan sebagai koagulan lalu memvariasikan bobot biokoagulan dengan teknik pengadukan lambat pada saat dikontakkan dengan limbah untuk mencari dosis optimumnya dalam menurunkan nilai COD, TSS, kekeruhan, dan pH. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan dosis optimum yang didapatkan yaitu pada 1,5 gram koagulan biji kelor yang dapat menurunkan TSS sebesar 89 %, turbidity 65 % dan COD 88 %. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan koagulan biji kelor dapat memperbaiki kualitas limbah cair industri minuman ringan.

Kata kunci: Biji kelor, biokoagulan, limbah cair industri, COD, TSS

ABSTRACT

The liquid waste of the soft drink industry usually uses raw materials in the form of sugar as a flavoring with glucose as the main raw material. Thus, it is not surprising that the waste contains a lot of organic materials. The purpose of this study is to provide another alternative in controlling the pollution of liquid industrial waste by using natural coagulants in terms of reducing the value of COD, TSS, turbidity, and pH by varying the coagulant dose of Moringa seeds. This research was carried out by preparing Moringa seeds that used as a coagulant and then varying the weight of the biocoagulant with slow stirring technique when contacted with waste to find the optimum dose in reducing COD, TSS, turbidity, and pH values. Based on the results of the study, the optimum dose obtained was 1.5 grams of Moringa seed coagulant which could reduce TSS by 89%, turbidity 65% and COD 88%. From these results it can be concluded that using Moringa seed coagulant can improve the quality of the liquid waste of the soft drink industry

Keywords: moringa seeds, biocoagulant, liquid waste industry, COD, TSS

*Korespondensi:
email: neny.rasnyanti@gmail.com

PENDAHULUAN

Kualitas air erat kaitannya dengan kandungan yang ada pada air itu sendiri. Adanya bahan-bahan organik, anorganik, maupun mikroorganisme yang melebihi ambang batas dapat menjadi indikator pencemaran air (Achmad, 2004). Beberapa metode untuk menjaga kualitas air agar tidak tercemar diantaranya, aerasi, filtrasi, biofilter, dan koagulasi-filtrasi. Alternatif lain yang juga sering dijalankan adalah dengan koagulasi-flokulasi. Koagulasi terjadi karena partikel tersuspensi dan koloid mengalami destabilisasi akibat dari pengadukan cepat. Pengadukan yang bertujuan untuk menyeragamkan dan mempercepat penyebaran koagulan melalui air yang diolah.

Flokulasi air limbah dapat digunakan untuk meningkatkan penyisihan BOD dan partikel tersuspensi pada unit pengendapan primer, serta dapat memperbaiki kinerja unit pengendapan sekunder setelah proses lumpur aktif yang merupakan salah satu pengolahan pendahuluan untuk proses penyaringan effluent sekunder (Wirandani, 2017).

Proses flokulasi dapat terjadi dengan adanya koagulan. Koagulan dapat dibedakan menjadi koagulan kimia dan koagulan alami. Koagulan kimia atau biokoagulan kurang ramah lingkungan dan dapat memicu timbulnya penyakit yang menyerang pada saraf otak manusia (Prihatinningtyas, 2013). Sedangkan koagulan alami didapatkan dari bahan-bahan alam baik hewan maupun tumbuhan. Oleh karena itu, saat ini dikembangkan koagulan dengan bahan alami sebagai koagulan yang lebih ramah lingkungan. Koagulan alami yang berasal dari tumbuhan yang telah dimanfaatkan untuk menjernihkan air karena adanya zat aktif koagulan yaitu mucilage adalah kaktus, *Coccinia indica* dan *Okara*, batang buah naga, lidah buaya (Mujariah, 2016) *Cactus latifaria*, *Prosopis juliflora*. Menurut (Januardi dkk., 2014) kombinasi koagulan perlu dilakukan agar mendapatkan hasil yang efektif dalam pengolahan limbah cair sehingga dapat meningkatkan kualitas limbah cair sebelum dibuang ke badan air. Alternatif koagulan alami diantaranya Kelor (*Moringa oleifera*), Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*), Jagung (*Zea mays*) dan Flamboyan (*Delonix regia*) karena bersifat biodegradable, lebih aman terhadap kesehatan manusia dan mudah didapatkan.

Berdasarkan penelitian (Hidayat, 2006) menyatakan bahwa protein yang merupakan polielektrolit kationik dalam biji kelor berperan sebagai koagulan partikel-partikel penyebab kekeruhan. Protein tersusun lebih dari ratusan asam amino yang berikatan satu sama lain membentuk ikatan peptide dan menentukan sifat protein tersebut. Asam amino dalam larutan netral, selalu membentuk ion dwi kutub atau juga disebut ion zwitter (Winarno, 2002). Koagulan biji kelor mengandung 4 α L-rhamnosyloxy-benzylisothiocyanate dan merupakan penentu efektivitas koagulasi (Coniwanti dkk., 2013).

Hasil penelitian (Hidayat, 2003) mengenai efektifitas bioflokulan biji kelor dalam proses pengolahan limbah cair industri pulp dan kertas telah dilakukan. Parameter yang diamati adalah warna, waktu pengendapan, kekeruhan, *Total Suspended Solid (TSS)*, *Chemical Oxygen Demand (BOD)*, dan *Biological Oxygen Demand (COD)*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa bioflokulan biji kelor pada konsentrasi 1500 ppm mampu mengendapkan flok limbah cair industri pulp dan kertas dalam waktu 8 menit 20 detik, efektifitas nilai warna 69,79 %, nilai kekeruhan 91,47 %, TSS 18,45 %, COD 75 %, dan BOD 81,49 %. Untuk PAC (*Poly Aluminium Chloride*), jika dibandingkan dengan bioflokulan biji kelor memberikan parameter nilai kekeruhan dan COD tidak berbeda nyata, namun dalam hal parameter waktu pengendapan biji kelor memberikan hasil yang lebih baik. Pada parameter nilai warna dan BOD ternyata PAC memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan bioflokulan biji kelor, hal ini berarti bahwa biji kelor dapat

bermanfaat sebagai bioflokulan dalam proses pengolahan limbah cair industri pulp dan kertas (Savitri dkk., 2006).

Berdasarkan penelitian (Irmayana dkk., 2017) koagulan biji kelor dapat memperbaiki kualitas air limbah cair industri tekstil kulit. Dosis optimum koagulan biji kelor 5 gram mampu menyisihkan TSS sebesar 0,012 mg/L, COD sebesar 104,96 mg/L.

Dalam penelitian ini dilakukan menggunakan limbah cair industri minuman ringan yang memiliki kandungan cemaran yang berbeda dengan peneliti sebelumnya sehingga pengujian dosis optimum untuk mengetahui efektifitas biji kelor dalam menurunkan cemaran industri minuman ringan perlu dikaji lebih lanjut. Selain itu dalam penelitian ini menggunakan perlakuan kontak yang berbeda antara biokoagulan dengan limbah dimana penelitian ini menggunakan teknik pengadukan lambat dan cepat yang tidak dilakukan oleh (Hidayat, 2003). Diharapkan melalui penggunaan biji kelor sebagai koagulan alami dapat menurunkan nilai COD, TSS, kekeruhan dan pH pada limbah cair industri minuman ringan.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian koagulan terhadap limbah cair industri dengan penentuan dosis optimum yang di uji dengan parameter pH, turbidity, TSS dan COD. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Dasar Prodi Analisis Kimia Kab. Bantaeng.

1. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui eksperimen dengan terlebih dahulu melakukan preparasi biji kelor kemudian menentukan dosis optimum untuk masing-masing parameter. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, turbidimeter, neraca analitik, oven, deksikator, blender, ayakan, pompa vakum, buret, alat refluks, erlenmeyer, labu ukur, cawan porselen, batang pengaduk, pipet tetes, pipet skala, pipet volum, dan bulb. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan uji (sampel) dan bahan kimia. Bahan uji adalah air limbah yang diambil dari industri minuman ringan sebanyak 15 L untuk penentuan dosis optimum dan 10 L untuk pengujian, biji *Moringa Oleifera* diambil di Desa Camba-Camba Kec. Batang Kab Jeneponto. Adapun bahan kimia yang digunakan adalah Asam klorida (HCL) 0,1 M, Natrium Tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,025N, $K_2Cr_2O_7$ 0,25N, asam sulfat – perak sulfat, $HgSO_4$, indikator ferroin, Ferro Ammonium Sulfat (FAS), alkali iodide azida, H_2SO_4 pekat, natrium tiosulfat, aquades dan kertas saring whatman no 41.

Sebelum digunakan, biji kelor dipilih yang sudah tua dari pohon, selanjutnya dikupas. Biji kelor yang sudah dikupas kulitnya dihaluskan dengan blender lalu serbuk biji kelor diayak dengan ayakan 70 mesh, kemudian disimpan di dalam wadah pada suhu ruangan selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam untuk mengurangi kandungan kadar air di dalam biji kelor.

1.1 Penentuan Dosis Koagulan Optimum

Sebanyak masing-masing 500 mL air limbah disiapkan lalu dilakukan penambahan serbuk biji kelor dengan variasi dosis (0; 1; 1,5 dan 3) gram. kemudian diaduk menggunakan stirrer dengan pengadukan cepat 3 menit dilanjutkan dengan pengadukan lambat 15 menit, setelah itu campuran diendapkan selama 1 jam dan filtrat diambil kemudian disaring untuk analisa COD dan untuk pengujian pH, turbiditas, TSS filtrat diendapkan kembali selama 22 jam lalu dianalisis.

*Efektifitas Biji Kelor (Moringa oleifera L.) sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan
Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan*

1.2 Analisis Parameter

Derajat keasaman (pH)

Disiapkan alat pH meter kemudian elektroda dibilas dengan akuades dan dikeringkan dengan tisu. Dipastikan pH-meter sebelum digunakan telah dikalibrasi terlebih dahulu. 50 mL sampel air limbah dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL, kemudian dimasukkan electrode pada alat pH-meter ke dalam sampel. Dibaca dan dicatat hasil yang muncul pada layar alat pH-meter.

Turbiditas

Turbidimeter dihidupkan kemudian dibilas cell dengan sampel yang digunakan lalu diisi cell dengan sampel minimum 80 % volume kemudian dimasukkan dalam lubang cell selanjutnya ditutup dan dibaca nilai kekeruhan sampel setelah diperoleh pembacaan yang stabil.

Total Suspended Solid (TSS)

Analisis TSS menggunakan prinsip kerja metode gravimetric (SNI-06-6989.3-2004). Untuk memperoleh nilai TSS, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, mL}} \quad (1)$$

Chemical Oxygen Demand (COD)

Analisis COD dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.15-2004. Air dan Air Limbah – Bagian 15 Cara Uji Kebutuhan Kandungan Oksigen Kimiawi (KOK) refluks terbuka secara titrimetri. Pergitungan nilai COD dengan menggunakan rumus:

$$\text{COD} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{(\text{ml titrasi blanko} - \text{ml titrasi sampel}) \times N \times 8000 \times \text{faktor pengenceran}}{\text{ml sampel}} \quad (2)$$

2. Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah proses pengumpulan data. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium mandiri. Analisa deskriptif presentase penurunan parameter dari tiap variasi dosis dilakukan untuk mengetahui besarnya penurunan Turbidity, TSS dan COD pada limbah cair industri minuman yang dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Presentase Penurunan} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana : A = nilai parameter awal sebelum perlakuan

B = nilai parameter akhir setelah perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan dosis optimum koagulan biji kelor industri minuman ringan

Massa optimum adalah jumlah massa yang paling tinggi dalam mengabsorpsi adsorbat secara maksimal. Pada titik optimum massa yang diberikan tidak akan mempengaruhi jumlah adsorbat yang diserap. Pada titik ini baik adsorben maupun koagulan akan mengalami titik jenuh sehingga mengalami penurunan kapasitas adsorpsi. Massa adsorben atau koagulan yang terlalu banyak akan menyebabkan ruang gerak adsorben dan adsorbat semakin sempit sehingga kemungkinan untuk

bertumbukan satu sama lain semakin besar dan saling berdesakan. Tumbukan ini akhirnya menjadi tidak efektif dan dapat berkontribusi pada lepasnya kembali adsorbat dari adsorben (Setyawati dkk, 2015). Koagulan biji kelor yang digunakan berbentuk serbuk yang diperoleh dengan cara dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 105 °C dengan tujuan untuk menurunkan kadar airnya. Setelah dikeringkan, biji kelor dihaluskan untuk dijadikan serbuk agar diperoleh koagulan yang homogen dan luas permukaan yang lebih besar sehingga serbuk biji kelor akan mudah membentuk flok-flok ketika ditambahkan ke dalam limbah cair industri minuman ringan. Warna biji kelor berubah seiring proses pengeringan yang semula warna bijinya putih menjadi coklat muda sesuai dengan penelitian Hidayat pada 2009 karena adanya proses oksidasi dan berkurangnya kadar air dalam biji kelor. Dosis optimum biji kelor dilihat pada masing-masing parameter pH, kekeruhan, TSS, dan COD.

2. Pengaruh penggunaan biji kelor terhadap perubahan nilai pH

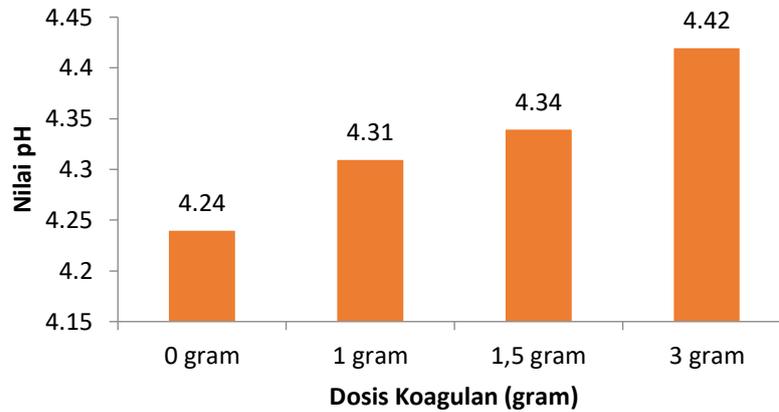
Hasil analisa karakteristik limbah cair industri minuman ringan parameter pH, kekeruhan, TSS dan COD penambahan koagulan biji kelor dengan variasi dosis 0 gram (tanpa perlakuan), 1 gram, 1,5 gram dan 3 gram. Pengujian karakteristik dilakukan di Laboratorium Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng.

Tabel 1. Hasil analisis pH limbah cair industri minuman ringan dengan berbagai varian dosis koagulan

Dosis (gram)	Pengulangan Ke -	pH	Rata- rata
0	1	4,24	4,24
	2	4,24	
1	1	4,31	4,31
	2	4,31	
1,5	1	4,34	4,34
	2	4,34	
3	1	4,41	4,42
	2	4,43	

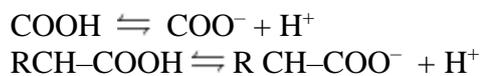
Banyak sedikitnya kandungan bahan organik dalam perairan sangat mempengaruhi nilai pH. Nilai pH sendiri erat kaitannya dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan (Mariska, A.K, dkk, 2014). Pada penelitian ini pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui pengaruh koagulan biji kelor terhadap perubahan nilai pH pada limbah cair industri minuman ringan. Pengukuran pH dilakukan pada awal (0 gram) dan akhir setelah sampel diberikan perlakuan sesuai dengan variasi dosis yang diberikan pada sampel limbah cair industri minuman ringan. Variasi dosis kombinasi koagulan biji kelor yaitu 1 gram; 1,5 gr dan 3 gram.

Efektifitas Biji Kelor (Moringa oleifera L.) sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan



Gambar 1. Nilai pH untuk penentuan dosis optimum

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa efisiensi terhadap perubahan nilai pH setelah diberi perlakuan koagulan biji kelor. Range perubahan nilai pH berkisar antara 4,31 – 4,42 dari nilai pH awal 4,24; untuk parameter pH pada penambahan koagulan biji kelor dosis 3 gram terjadi perubahan nilai pH tertinggi dari nilai pH awal 4.24 menjadi pH 4,42 dalam hal ini koagulan biji kelor mampu menaikkan nilai pH pada limbah cair industri minuman ringan akan tetapi perubahan nilai pH setelah perlakuan masih dalam kategori pH asam. Hal tersebut serupa dengan hasil penelitian dari (Riko, 2013) dimana penambahan biji kelor menghasilkan pH air limbah berkisar 4,0. Menurut (Husin, 2005). Proses koagulasi-flokulasi menggunakan suku biji-bijian memberikan pengaruh kecil terhadap derajat keasaman dan konduktifitas karena biji kelor bersifat asam sehingga dalam penelitian ini penggunaan biji kelor untuk mengoptimalkan pH pada limbah cair industri minuman ringan memiliki pengaruh kecil terhadap nilai optimum pH pada limbah cair industri minuman ringan. (Darsono, 1995) menyatakan penurunan pH dapat diakibatkan keseimbangan antara ion hidroksida pada sampel bereaksi dengan adanya gugus karboksil dari asam amino protein pada biji kelor yang melepaskan ion H^+ dalam suasana asam lemah. Menurut rekasi berikut:



3. Pengaruh penggunaan biji kelor terhadap perubahan kekeruhan

Proses pengolahan koagulasi flokulasi dilakukan dengan memvariasikan dosis serbuk biji kelor yakni (1; 1,5; 3) gram untuk menurunkan parameter kekeruhan pada limbah cair industri minuman ringan. Rata-rata presentase penurunan dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil analisis kekeruhan limbah cair industri minuman ringan dengan berbagai varian dosis koagulan

Dosis (gram)	Pengulangan Ke -	Kekeruhan (NTU)	Rata- rata	% Penurunan Kekeruhan
0	1	21,4	21,3	-
	2	21,2		
1	1	7,96	7,96	63 %

Dosis (gram)	Pengulangan Ke -	Kekeruhan (NTU)	Rata- rata	% Penurunan Kekeruhan
	2	7,96		
1,5	1	7,48	7,46	65 %
	2	7,44		
3	1	19,9	20,45	4 %
	2	21,0		

Pada Tabel 2 dapat dilihat dosis optimum untuk menurunkan kekeruhan air limbah adalah pada penggunaan koagulan biji kelor 1,5 gram. Pemberian dosis optimum pada limbah cair industri minuman ringan menurunkan kekeruhan paling besar sebanyak 65 %. Nilai kekeruhan sebelum penambahan koagulan sebesar 21,3 NTU kemudian turun menjadi 7,46 NTU. Dengan kata lain, efektifitas penambahan bio-koagulan biji kelor memberikan dampak secara signifikan karena hasil akhir didapatkan > 50%. Dimana penurunan yang menghasilkan perubahan yang didapatkan > 50% dikatakan efektif sebagai koagulan alami (Putra dkk, 2013: 28-31).

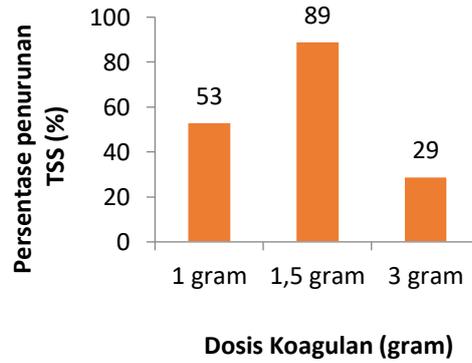
Pada konsentrasi yang melebihi dosis optimum (3 gram), koagulan akan memperkeruh limbah dikarenakan koagulan tidak dapat lagi berinteraksi dengan partikel koloid maupun suspensi yang sebelumnya telah mengendap seluruhnya pada bobot optimum. Mekanisme koagulasi yang terjadi sampai membentuk flok dan mengendap diawali interaksi yang terjadi antara koagulan yang mengandung protein ataupun 4 α L-rhamnosyloxy-benzyl-isothiocyanate yang mengandung muatan positif maupun negatif terdispersi secara merata pada limbah dan berinteraksi dengan partikel koloid yang berlawanan muatan dengannya. Interaksi tersebut membuat partikel penyebab kekeruhan (koloid/suspensi) menjadi terganggu stabilitasnya. Ketika koagulan menyatu dengan koloid partikel tersebut akhirnya membesar kemudian mengendap.

Pengadukan menjadi bagian yang sangat penting dalam proses koagulasi. Pengadukan akan menyebabkan penggabungan antara bahan organik dengan koagulan, dan terjadi proses penggabungan inti-inti besar menjadi flok yang besar. Dalam pengadukan kecepatannya perlu diperhatikan. Pengadukan yang cepat menyebabkan sulitnya terbentuk flok-flok karena koagulan terdispersi dalam air. Namun jika terlalu lambat koagulan dapat memecah kembali partikel-partikel besar yang telah terbentuk.

4. Pengaruh penggunaan biji kelor terhadap perubahan nilai TSS

Proses pengolahan koagulasi flokulasi dilakukan dengan penambahan koagulan biji kelor menggunakan 3 variasi dosis yaitu (1; 1,5; 3) gram untuk menurunkan parameter TSS pada limbah cair industri minuman ringan. Rata-rata presentase penurunan dapat di lihat pada Gambar 2.

Efektifitas Biji Kelor (Moringa oleifera L.) sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan

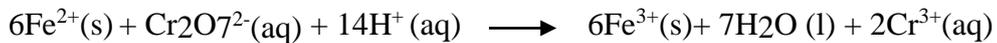


Gambar 2. Persentase penurunan parameter TSS

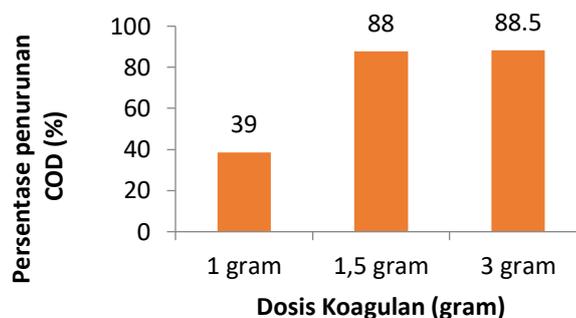
Pengaruh penambahan dosis serbuk biji kelor menunjukkan terjadinya penurunan TSS dimana nilai TSS awal sebelum penambahan koagulan biji kelor adalah 0,38 mg/L setelah penambahan dosis koagulan biji kelor mengalami penurunan pada penambahan dosis koagulan 1,5 gram yaitu 0,04 mg/L. Koagulan biji kelor mampu menyisihkan TSS 89 % pada dosis koagulan 1,5 gram pada limbah cair industri minuman ringan. Berdasarkan penjelasan dari Hidayat 2006, penurunan TSS disebabkan kandungan protein yang terkandung di dalamnya. Protein ini memiliki kemampuan membentuk ion positif dari gugus aminanya ketika dilarutkan dalam air. Sifat ini bereaksi sebagai koagulan polimer alamiah bermuatan positif yang berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negatif pada limbah yang penyebab kekeruhan melalui mekanisme pengadukan. Selanjutnya dari proses tersebut partikel-partikel koloid limbah membentuk flok-flok mikro melalui mekanisme adsorpsi.

5. Pengaruh penggunaan biji kelor terhadap perubahan nilai COD

Prinsip dasar dalam penentuan COD adalah proses oksidasi oleh kalium dikromat dalam lingkungan asam sulfat pekat. Sisa kalium dikromat yang tidak tereduksi dititrasi dengan larutan standar larutan ferro ammonium sulfat. Perak sulfat berfungsi sebagai katalis dalam proses oksidasi untuk sampel yang mengandung senyawa alifatik. Dalam penentuan COD kalium dikromat harus ditambahkan secara berlebih untuk memastikan semua senyawa organik telah teroksidasi sempurna. Kelebihan $K_2Cr_2O_7$ ditentukan melalui titrasi dengan $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ atau FAS (Ferro Amonium Sulfat) yang reaksinya adalah sebagai berikut :



Penurunan nilai COD yang dihasilkan pada penambahan dosis koagulan biji kelor yang paling optimum ialah 3 gram yaitu 6963,2 mg/L, dimana sebelum penambahan koagulan nilai COD sebesar 60620,8 mg/L. Grafik pengaruh penambahan dosis koagulan biji kelor terhadap COD dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Persentase penurunan parameter COD

Penurunan parameter COD terjadi saat koagulan serbuk biji kelor teraktivasi bermuatan positif menetralkan partikel koloid dan tersuspensi pada limbah cair yang memiliki muatan negatif dengan berat molekul rendah. Reaksi antara partikel koagulan yang berbeda muatan dengan koloid menyebabkan gaya tarik menarik dan pada akhirnya membentuk mikroflok. Partikel koloid yang saling berikatan membentuk flok-flok menjadi flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga terjadi pengendapan dengan cepat. Partikel koloid yang mengendap dari proses pengadukan cepat dan pengadukan lambat akhirnya akan menurunkan kandungan organik dalam limbah sehingga parameter COD mengalami penurunan. Penurunan partikel koloid dan bahan organik yang terjadi menyebabkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam limbah berkurang sehingga parameter COD mengalami penurunan (Novita dkk, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa biji kelor mempunyai kemampuan untuk menurunkan bahan organik dengan cara koagulasi.

KESIMPULAN

1. Proses pengolahan limbah cair industri minuman ringan menggunakan biji kelor dapat menurunkan kadar kekeruhan, TSS dan COD.
2. Untuk penentuan dosis optimum yang paling efektif yaitu pada 1,5 gram koagulan biji kelor yang dapat menurunkan TSS sebesar 89%, kekeruhan 65% dan COD 88%. dimana penurunan yang menghasilkan perubahan yang didapatkan > 50% dikatakan efektif sebagai koagulan alami.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, ada beberapa hal yang penulis rasa perlu untuk dikaji lebih lanjut diantaranya mencari waktu kontak optimum antara koagulan dengan limbah yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan koagulan kimia seperti alumina sulfat

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Andi
- Coniwanti,P, Mertha, I.D. 2013.*Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity*. Jurnal Teknik Kimia Vol 19 No 3.
- Darsono, V. 1995. *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya.

Efektifitas Biji Kelor (Moringa oleifera L.) sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan

- Setyawati, H., Rakhman, N.A., dan Anggorowati, D.A. 2015. *Penerapan Penggunaan Arang Aktif Sebagai Adsorben Untuk Proses Adsorpsi Disentral Industri Tahu Kota Malang*. Spectra, XIII Juli-Desember (26), 67-78.
- Hidayat, S. 2003. *Efektifitas Bioflokulan Biji Moringa Oloifera Dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas*, <http://digilib.itb.ac.id/go/php>. Diakses 25 Maret 2020.
- Hidayat, S. 2006. *Pemberdayaan Masyarakat Bantaran Sungai Lematang Dalam Menurunkan Kekeruhan Air Dengan Biji Kelor (Moringa oleifera) Sebagai Upaya Pengembangan Proses Penjernihan Air*. Disertasi, Program Pasca Sarjana, UM.
- Hidayat, S. 2009. *Protein Biji Kelor Sebagai Bahan Aktif Penjernih Air*. Laporan Penelitian. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Muhammadiyah Palembang
- Husin, S. P. 2005. *Pengaruh Massa dan Ukuran Biji Kelor pada Proses Penjernihan Air*. *Jurnal Teknologi Proses*, Vol 4 (2), 26-33.
- Irmayana, Eko Prabowo Hadisantoso, dan Soeharti Isnaini. 2017. *Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil Kulit*. *Jurnal ISTEK Edisi Juni 2017 Volume X No. 2*. ISSN 1979-8911
- Januardi, R., Setyawati, T. R. & Mukarlina. 2014. *Pengolahan limbah cair tahu menggunakan kombinasi serbuk kelor (Moringa oleifera) dan asam jawa (Tamarindus indica)*. *Protobiont*, 3(1), 41-45
- Mariska Astrid Kusumaningtyas, R. B. 2014. *Kualitas perairan Natuna pada musim transisi*. *Jurnal Depik*, Vol 3 (1), 10 - 20.
- Mujariah, P. H. 2016. *Penggunaan Gel Lidah Buaya (Aloe Vara) Sebagai Koagulan Alami Dalam Penjernihan Air Sumur Di Desa Sausu Tambu Kecamatan Sausu*. *Jurnal Akad. Kim*. Vol, 5(1), 16-22.
- Novita, Elida I. d. 2014. *Optimasi Penggunaan Koagulan Alami Biji Kelor (Moringa Oleifera) Pada Pengolahan Limbah Cair Mocaf*. *Jurnal Agroteknologi*, Vol 08 (02), 171-178.
- Prihatinningtyas, E. 2013. *Aplikasi Koagulan Alami Dari Tepung Jagung Dalam Pengolahan Air Bersih*. *Jurnal Teknosains*, Vol. 2(2): 71-158.
- Putra, R., Lebu, B., Munthe, D., dan Rambe, A.M. 2013. *Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Jar Test*. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol 2, nomor 2 : 28-31.
- Riko, P. 2013. *Pemanfaatan Biji kelor Sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu dengan Menggunakan Jar Test*. Medan : Universitas Sumatera Utara
- Savitri, Evika Sandi, Eny Yulianti, Diana Candra Dewi. 2006. *Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Bioflokulan Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Keramik Di Dinoyo Malang*, Malang: UIN Malang.
- SNI-06-6989.3-2004. TSS Gravimetri

SNI 06-6989.15-2004. Air dan Air Limbah –Bagian 15 Cara Uji Kebutuhan Kandungan Oksigen Kimiawi (KOK) refluks terbuka secara titrimetri

Wirandani Mira yutika, S, P. 2017. *Pengolahan Lindi Menggunakan Metode Koagulasi Flokulasi Dengan Koagulan $FeCl_3$ (Ferric Chloride) Dan Aops (Advanced Oxidation Process) Dengan $Fe - H_2O_2$ Studi Kasus : TPA Jatibarang*. Jurnal teknik lingkungan. Vol. 6(1).

Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.