

Penggunaan Koagulan Kombinasi Bubuk Biji Moringa Oleifera Dan Bubuk Biji Tamarindus Indica Dalam Menurunkan Kadar COD Dan TSS Limbah Cair Tahu

Desembra Lisa¹, Elanda Fikri^{2,3*}, Rojali⁴

¹ Program Studi Sanitasi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II, Jln. Hang Jebat III/F3 Kebayoran Baru Jakarta 12120, Indonesia

² Jurusan Kesehatan Lingkungan, Prodi Sanitasi Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Bandung, Jl. Babakan Loa No. 10 A Kota Cimahi, Jawa Barat, Indonesia

³ Center of Excellence on Utilization of Local Material for Health Improvement, Jalan Pajajaran No,56, Cicendo, Kota Bandung. 40171, Indonesia

⁴ Program Studi Sanitasi Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II, Jln. Hang Jebat III/F3 Kebayoran Baru Jakarta 12120, Indonesia

*Corresponding author : elandafikri@yahoo.com

Info Artikel: Diterima 23 Mei 2022 ; Direvisi 27 Agustus 2022 ; Disetujui 4 September 2022

Tersedia online : 16 Oktober 2022 ; Diterbitkan secara teratur : Oktober 2022

Cara sitasi (Vancouver): Lisa D, Fikri E, Rojali R. Penggunaan Koagulan Kombinasi Bubuk Biji Moringa Oleifera Dan Bubuk Biji Tamarindus Indica Dalam Menurunkan Kadar COD Dan TSS Limbah Cair Tahu. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2022 Oct;21(3):266-273. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.266-273>.

ABSTRAK

Latar belakang : Kandungan bahan organik tinggi terutama kadar BOD, COD, dan TSS terdapat pada limbah cair tahu. Bubuk biji Tamarindus indica dan bubuk biji Moringa oleifera dapat digunakan dalam penurunan kadar COD dan TSS.

Metode : Penelitian ini bertujuan mengetahui penurunan COD dan TSS dalam limbah cair tahu dengan kombinasi bubuk biji *Moringa oleifera* dan bubuk biji *Tamarindus indica* dengan metode *jar test*.

Hasil: Sebelum diberi perlakuan kadar COD 9650 mg/l dan kadar TSS 300 mg/l. Hasil penurunan efektif menggunakan koagulan bubuk biji *Tamarindus indica* pada konsentrasi 66,7mg/l yaitu kadar COD 6615 mg/l dan TSS 250 mg/l. Penurunan COD juga terjadi pada konsentrasi 66,7 mg/l bubuk biji *Moringa oleifera* yaitu COD 9512 mg/l dan TSS tidak mengalami penurunan.

Simpulan : Kombinasi bubuk biji *Moringa oleifera* dan bubuk biji *Tamarindus indica* tidak efektif penurunan kadar COD dan TSS limbah cair tahu saat dilakukan proses koagulasi.

Kata kunci: *Chemical Oxygen Demand (COD)*; Limbah cair tahu; *Total Suspended Solid (TSS)*

ABSTRACT

Title: *Tofu Liquid Waste Treatment Using a Combination of Moringa Oleifera Seed Powder and Tamarindus Indica Seed Powder as Coagulant in Reduce COD and TSS Levels*

Background : *The characteristics of tofu liquid waste contain high organic material, especially levels of BOD, COD and TSS. Tamarindus indica and Moringa oleifera seed powder capable of reducing COD and TSS levels.*

Method : *The aim of this study was to determine the reduction of COD and TSS levels of tofu liquid waste using a combination of Moringa oleifera seed powder and Tamarindus indica seed powder using the jar test method.*

Result : *Prior to treatment the levels of COD were 9650 mg/l and TSS 300 mg/l. The results of effective reduction using Tamarindus indica seed powder coagulant at a concentration of 66.7 mg/l, COD levels 6615 mg/l and TSS 250 mg/l. The decrease in COD levels also occurred at a concentration of 66.7 mg/l Moringa oleifera seed*

powder, COD 9512 mg/l and TSS did not decrease.

Conclusion : The combination of *Moringa oleifera* seed powder and *Tamarindus indica* seed powder was not effective in reducing COD and TSS level of tofu waste with the coagulation process.

Keywords: Chemical Oxygen Demand (COD); Tofu liquid waste; Total Suspended Solid (TSS)

PENDAHULUAN

Limbah cair merupakan sisa sari tahu yang belum menggumpal dan terdapat potongan tahu hancur dalam prosesnya karena koagulasi yang tidak sempurna. Padatan tersuspensi atau terlarut yang terdapat dalam limbah cair secara fisik, kimia dan biologi tidak mengalami perubahan,¹ Diantara limbah cair dari proses pembuatan tahu, salah satu pencemar terbesar yaitu whey karena mengandung zat organik seperti protein, lemak serta karbohidrat.² Ciri khas limbah cair produksi tahu adalah memiliki kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solids*) yang tinggi. Disamping itu, pembuangan langsung ke saluran air menyebabkan kerusakan ekosistem sekitar.³ Limbah cair tahu dapat dilakukan secara fisikokimia maupun biologis sebelum dibuang ke saluran air. Dari sudut pandang fisik dan kimia, proses aerasi, sedimentasi dan koagulasi-flokulasi digunakan sebagai teknik pengolahan.⁴

Koagulan alami dari biji-bijian bermuatan positif yang mengandung protein berperan sebagai polielektrolit dapat dipergunakan sebagai koagulan alami.⁵ Laporan Shultz dan Okun berasal dari Institute of Engineering India, ekstrak Lentil (*Lens esculenta*), Asam (*Tamarindus indica*), Red Sorrel (*Hibiscus sabdariffa*), Nirmali (*Strychnos potatorum*), Fenugreek (*Trigonella foenum*), dan Tanaman Guar (*Cyamopsis psoraloides*). Semua dapat menjadi koagulan yang efektif dalam air baku yang sangat keruh, dosis asam yang dibutuhkan sekitar 40-50%.⁶ Penelitian yang dilakukan oleh Nurika (2007) tentang pemanfaatan bubuk biji *Tamarindus indica* 14gr/l dengan pengadukan 3 menit dapat menurunkan TSS sebesar 67,29%.⁷

Kandungan zat aktif dalam biji kelor antara lain niacin dan B niajirin, dan kandungan lain dalam biji kelor antara lain asam *oleivaccinic*, *4-alpha-4-ramnosyloxy-benzyl*, *isothiocyante*, *niagin A* dan mengandung *niagin B*. Bahan yang dapat menyerap dan menetralkan lumpur dan partikel logam yang terkandung dalam suspensi adalah *4-alpha-4-ramnosyloxy-benzylisothiocyante*. Kandungan polisakarida alami pada ekstrak biji asam jawa terdiri dari flokulan alami D-glukosa, D-xilosa, dan D-galaktosa. Polisakarida sebagai flokulan alami yang *eco-friendly* dibandingkan flokulan organik dan anorganik.⁸

Hasil penelitian pengolahan limbah cair tahu di Pela Mampang yang dilakukan oleh peneliti pada 2019 bahwa penggunaan bubuk biji asam jawa dengan metode *jar-test* didalam penurunan kadar COD dan TSS pada limbah cair. Penurunan kadar COD dari

variasi konsentrasi, efektif pada konsentrasi 18 gram sebesar 54,8% dan untuk penurunan kadar TSS efektif pada konsentrasi 18 gram sebesar 56,56%.⁹

Industri tahu yang berada di Jalan Bangka VIII - Pela Mampang Jakarta Selatan, menghasilkan limbah cair yang dibuang langsung ke saluran air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan kekeruhan yang terlihat secara fisik di saluran yang dapat mengganggu estetika dan mengganggu warga sekitar.

Penggunaan biji asam jawa dalam proses koagulasi karena kandungan protein berperan sebagai polielektrolit. Bubuk biji asam jawa mengandung protein terlarut yaitu gugus $-NH_3^+$ mampu mengikat partikel-partikel muatan negatif. Tidak stabil partikel-partikel tersebut dan pada akhirnya membentuk ukuran partikel yang dapat diendapkan dan merupakan salah satu koagulan aktif.¹⁰

Oleh karena itu, memerlukan metode yang secara tepat dan efektif dalam penurunan kadar COD dan TSS limbah cair tahu. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode *jar-test* menggabungkan bubuk biji koagulan *Tamarindus indica* dan bubuk biji *Moringa oleifera* untuk mengetahui penurunan kadar COD dan TSS limbah industri tahu di Jalan Bangka VIII - Pela Mampang Jakarta Selatan. Hasil penelitian diharapkan mampu sebagai koagulan alternatif yang efektif dalam mengatasi permasalahan cemaran air limbah industri tahu.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Sampel Penelitian

Pelaksanaan penelitian pada April hingga Oktober 2021 di Laboratorium Kimia Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Jakarta II. Sampel berasal dari industri tahu di Jalan Bangka VIII - Pela Mampang.

Pengambilan Sampel Limbah

Limbah cair tahu diambil sebanyak 2 kali pada waktu berbeda. Pengambilan sampel limbah pertama sebanyak 5 liter dan pengambilan sampel kedua sebanyak 50 liter.

Rancangan Penelitian

Penggunaan metode Rancang Acak Kelompok (RAK) untuk mendapatkan hasil yang representatif. Penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dengan 4 perlakuan sesuai kombinasi campuran bubuk biji asam jawa dan bubuk biji kelor sebagai berikut.¹⁰

Kontrol = tanpa ada pemberian bubuk

K1:A1 = bubuk biji kelor sebanyak 100 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 100 mg

K2:A1 = bubuk biji kelor sebanyak 133 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 66,7 mg

K1:A2 = bubuk biji kelor sebanyak 66,7 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 133 mg

Pembuatan Bubuk Biji Kelor dan Biji Asam Jawa

Dalam pembuatan bubuk koagulan alami diperlukan biji kelor dan biji asam yang sudah tua. Matang dan mengering secara alami hingga warna coklat pada pohonnya, benih matang yang digunakan tidak menunjukkan tanda-tanda perubahan warna, penulakan atau pengeringan ekstrim.¹¹ Bersihkan biji-bijian tersebut dari kotoran dan tanah. Selanjutnya, biji-bijian tersebut dikeringkan selama satu hari. Biji yang telah kering, kemudian di masukan kedalam oven untuk proses pengeringan pada suhu 150°C selama dua jam. Kemudian dihancurkan menggunakan *blender* hingga halus. Selanjutnya di ayak dengan *mesh* 40. Bubuk biji asam jawa dan bubuk biji dimasukan ke dalam wadah penyimpanan masing-masing.

Pemeriksaan awal kadar COD dan TSS

1. Alat dan bahan yang digunakan dipersiapkan.
2. Ambil limbah cair tahu sebanyak 2 liter.
3. Lakukan pemeriksaan awal kadar COD dan TSS limbah sampel, catat, kemudian ukur pH awal limbah cair tahu dengan tujuan mengontrol faktor pengganggu.

Uji Sebenarnya

1. Timbang bubuk biji asam jawa (*Tamarindus indica*) dan bubuk biji kelor (*Moringa oliefera*) sesuai kombinasi.
2. Masukan kedalam masing-masing beaker glass kombinasi bubuk biji asam jawa dan bubuk biji kelor yang telah ditimbang secara bersamaan kedalam limbah cair tahu yang telah diketahui konsentrasi awal sebelum perlakuan kadar COD dan TSS
3. Lakukan koagulasi dengan metode *jar test*, dengan pemutaran dengan kecepatan putaran 100 rpm selama 1 menit dan kecepatan putaran 60 rpm selama 10 menit
4. Hasil proses *jar test* dibiarkan selama 60 menit, kemudian periksa kadar COD dan TSS kemudian hasilnya dianalisis di Laboratorium Lingkungan Hidup (LH) DKI Jakarta, hasil pemeriksaan yang didapat dibandingkan dengan standar yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan Gubernur DKI Jakarta No 69 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Limbah Provinsi DKI Jakarta. Kadar COD maksimum yaitu 100 mg/l dan kadar TSS maksimum yaitu 100 mg/l.

Tahap Pelaksanaan Replikasi

Untuk mendapatkan hasil yang representatif, penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sesuai kombinasi campuran bubuk biji kelor dan bubuk biji asam jawa. Selain itu digunakan kontrol yang berfungsi sebagai standar pembandingan terhadap efek perlakuan yang akan diamati. Tahap langkah –

langkah penelitian adalah sebagai berikut:¹²

1. Alat dan bahan yang digunakan dipersiapkan.
2. Ambil limbah cair tahu sebanyak 30 liter.
3. Ukur pH awal pada limbah cair tahu dengan tujuan mengontrol faktor pengganggu.
4. Timbang kombinasi bubuk biji kelor dan serebuk biji asam jawa yang telah dihaluskan.
Kontrol = tanpa pemberian bubuk.
K1 : A1 = bubuk biji kelor sebanyak 100 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 100 mg
K2 : A1 = bubuk biji kelor sebanyak 133 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 66,7 mg
K1 : A2 = bubuk biji kelor sebanyak 66,7 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 133 mg
5. Masukkan kombinasi bubuk biji asam jawa dan biji kelor yang telah ditimbang secara bersamaan kedalam limbah cair tahu dengan konsentrasi COD dan TSS yang telah diketahui.
6. Lakukan koagulasi dengan *jar test* dengan kecepatan putaran yaitu kecepatan 100 rpm selama 1 menit dan kecepatan 60 rpm selama 10 menit.
7. Hasil proses *jar test* dibiarkan mengendap selama 60 menit.
8. Lakukan pemeriksaan kadar COD, TSS dan pH setelah perlakuan.
9. Ulangi Langkah 1 sampai 8 untuk masing-masing koagulan bubuk biji asam jawa dan biji kelor.

Proses Koagulasi

Dalam proses koagulasi sebelum dimasukkan ke dalam gelas kimia. Tambahkan kombinasi bubuk biji kelor dan bubuk biji asam ke masing-masing gelas, tergantung konsentrasi RAK.Kocok selama 1 menit pada kecepatan 100 rpm dengan glass tester lalu turunkan kecepatan menjadi 60 rpm selama 10 menit. Kemudian biarkan selama 60 menit. Selanjutnya ukur parameter COD dan TSS.⁹

Pengukuran Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) Kualitas Limbah

Kebutuhan jumlah oksigen dalam mengoksidasi seluruh senyawa organik yang dapat teroksidasi didalam satu liter dengan oksidator kuat seperti $K_2Cr_2O_7$ atau $KMnO_4$. Jika oksidator kuatnya berupa $K_2Cr_2O_7$ maka akan terjadi reaksi COD Cr dan $KMnO_4$ akan terjadi reaksi COD MnO_4 . Reaksi secara kimiawi tersebut dapat mengoksidasi zat organik seperti selulosa yang tidak dapat dioksidasi secara biologi. Air buang yang mengandung zat beracun dapat langsung dioksidasi dengan metode kimiawi ini. Pemeriksaan COD sangat penting dalam penilaian kualitas air limbah maupun kualitas kadar badan air seperti sungai, danau dan rawa.¹³ Pengukuran COD menggunakan metode reflus tertutup secara titrimetri, mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.73:2019).¹⁴

Ambil sampel limbah sebanyak 25 ml, masukan

kedalam labu erlenmeyer. Selanjutnya tambahkan larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N sebanyak 10ml dan 3 butir batu didih. Tambahkan H_2SO_4 pekat 5 ml, tutup dengan penutup gabus. Panaskan sampai mendidih selama 10 menit atau panaskan dalam oven $115^\circ C$ selama dua jam. Selanjutnya dinginkan, bilas tutup dengan aquades. Tambahkan dua tetes indikator feroin. Titrasi dengan larutan VAS sampai mengalami perubahan warna dari kuning ke hijau kebiruan sampai coklat kemerahan (S). Kemudian buat blanko (B) dengan cara yang sama, limbah digantidengan aquades. Pengukuran nilai COD dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.¹⁵

$$COD (mg/l) = \frac{1000}{V.S} \times (S.B) \times BE \text{ Oksigen} \times N.FAS$$

Keterangan :

S = Sampel

B = Blanko

BE Oksigen = Berat Ekuivalen Oksigen

N.FAS = Normalitas Ferro Amonium Sulfat

Pengukuran Parameter Total Suspended Solid (TSS) Kualitas Limbah

Padatan tersuspensi digunakan dalam menentukan kerapatan drainase, efisiensi proses, dan beban unit proses. Berbagai pengukuran konsentrasi residu dibutuhkan agar memastikan stabilitas proses kontrol.¹⁶ Pengukuran TSS dengan metode gravimetri mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.3:2019).¹⁷

Bilas Kertas saring Whatman menggunakan aquades lalu keringkan dalam oven pada suhu $105^\circ C$ selama 1 jam. Selanjutnya, masukkan kertas saring ke dalam eksikator dan timbang dengan berat tertentu. Sampel disaring menggunakan kertas saring Whatman dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu $105^\circ C$ selama 1 jam. Kemudian ulangi langkah pengeringan oven sampai beratnya konstan. Kadar TSS dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$TSS (mg/l) = \frac{(A - B) \times 1000}{Volume sampel (ml)}$$

Keterangan :

A = berat kertas saring whatman beserta residu kering (mg)

B = berat kertas saring whatman (mg)

Pengukuran Derajat Keasaman (pH)

Rendam pH universal kedalam cairan limbah tahu. Kemudian biarkan selama 5 menit. Selanjutnya amati perubahan warna pada kertas pH serta catat hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan uji sebenarnya, dilakukan pemeriksaan awal limbah cair tahu dengan pemeriksaan parameter COD dan TSS di Laboratorium Lingkungan Hidup (LH) DKI Jakarta. Hasil pemeriksaan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Awal

Parameter	Kadar Limbah Cair Tahu
COD	9650 mg/l
TSS	300 mg/l
pH	5
Suhu	$30^\circ C$

Selanjutnya dilakukan uji sebenarnya di Laboratorium Kimia Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Jakarta II dengan menggunakan kombinasi bubuk biji asam jawa dan bubuk biji kelor sebagai koagulan. Pada uji sebenarnya dilakukan replikasi sebanyak 3 kali dengan variasi konsentrasi RAK bubuk biji asam jawa dan bubuk biji kelor. Hasil pemeriksaan uji sebenarnya dapat dilihat sebagai berikut.

Berdasarkan Tabel 2 hasil nilai rerata COD menggunakan koagulan kombinasi setelah dilakukan perlakuan K1 : A1 di dapatkan persentase hasil penurunan COD adalah 3,13% atau selisih 303 mg/l dari pemeriksaan awal sebelum dilakukan perlakuan. Hasil perlakuan K2:A2 dan K1:A2 mengalami kenaikan kadar COD dan pH hal ini dikarenakan ampas tahu cair bercampur dengan endapan TSS, sehingga menyulitkan oksigen yang dibutuhkan bakteri dalam menguraikan bahan organik hingga terurai secara kimiawi dan meningkatkan kadar COD.

Berdasarkan Tabel 3 hasil nilai rerata TSS menggunakan koagulan kombinasi setelah dilakukan perlakuan di dapatkan hasil tidak terjadi penurunan TSS pada ketiga perlakuan, dan terjadi kenaikan kadar TSS yang paling tinggi pada perlakuan K1:A2 yaitu 1.532 mg/l dan kenaikan yang paling rendah pada perlakuan K1:A1 yaitu 1.350 mg/l. Tidak terjadinya penurunan kadar TSS karena tingginya material bahan organik dalam sampel serta di mungkinkan tidak mempunyai koagulan menguraikan material organik dalam sampel limbah cair tahu.

Berdasarkan Tabel 4 hasil penurunan rerata COD menggunakan koagulan bubuk biji kelor pada perlakuan 66,7 mg/l terjadi penurunan COD sebesar 138 mg/l, namun pada perlakuan 133,3 mg/l & 100 mg/l mengalami kenaikan. Penurunan COD terjadi ketika koagulan bubuk biji kelor teraktivasi bermuatan positif dalam menetralkan partikel koloid dan mensuspensikannya dalam limbah cair berbobot molekul rendah bermuatan negatif. Reaksi ini menciptakan gaya tarik menarik antara partikel koloid, membentuk serpihan mikro. Ketika partikel koloid mengikat satu sama lain, flok terbentuk, menghasilkan flok berukuran lebih besar dan pengendapan cepat. Pengurangan partikel koloid dan bahan organik dengan pengadukan cepat dan lambat mengurangi jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik limbah cair tahu, sehingga menurunkan parameter COD.¹⁸

Hasil dari parameter TSS menggunakan koagulan biji kelor mengalami kenaikan paling signifikan pada perlakuan 133,3 mg/l sebanyak 1.450 mg/l, Hal yang sama juga terjadi pada karya Nurika

dkk. (2007) Semakin besar jumlah koagulan yang ditambahkan, semakin kecil penurunan TSS.⁷ Penambahan koagulan berlebih menyebabkan adsorpsi kelebihan kation dan stabilisasi koloid yang menyebabkan gaya tolak menolak antara muatan positif partikel, pemisahan flok yang terbentuk dan parameter TSS dapat menyebabkan penurunan.¹⁹

Pengurangan TSS tidak terjadi secara efektif disebabkan konsentrasi koagulan tinggi, koloid dalam air limbah tidak dapat dinetralkan, hanya sebagian koloid yang dapat dinetralkan, dan flok yang tepat tidak dapat terbentuk.¹⁸ Jika kecepatan pengadukan tidak mencukupi, koagulan tidak akan terdispersi dengan baik. Jika laju pengadukan terlalu cepat, serpihan yang terbentuk akan rapuh kembali dan pengendapan tidak akan sempurna.²⁰

Parameter pH dalam pemberian koagulan bubuk biji kelor dosis 133,3 mg/l dan 66,7 mg/l terjadi peningkatan pH, sebelum perlakuan pH 5 dan setelah perlakuan menjadi pH 5,5. Hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitri, dkk (2021) yaitu terjadi peningkatan dari pH 4 menjadi 4,4 dengan pemberian dosis koagulan biji kelor sebanyak 2000 mg/l dengan demikian dapat dinyatakan bahwa koagulan bubuk biji kelor dapat meningkatkan pH limbah cair di industri tahu.

Biji kelor bersifat asam, sehingga proses koagulasi-flokulasi memiliki sedikit pengaruh terhadap keasaman dan konduktivitas. Oleh karena itu, penggunaan biji-bijian untuk mengoptimalkan pH limbah industri tahu yang sangat asam memiliki pengaruh yang kecil terhadap pH yang optimal.¹⁸

Tabel 2. Rerata Nilai COD Menggunakan Koagulan Kombinasi Bubuk Biji Kelor dan Bubuk Biji Asam Jawa

Perlakuan	COD (mg/l) Sebelum Perlakuan	COD (mg/l) Sesudah Perlakuan	pH Sebelum Perlakuan	pH Sesudah Perlakuan
Kontrol	9650	5059	5	5
K1 : A1	9650	9347	5	5
K2 : A2	9650	14936	5	5,5
K1 : A2	9650	28119	5	5,5

Keterangan :

Kontrol = tanpa pemberian bubuk

K1:A1 = bubuk biji kelor sebanyak 100 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 100 mg

K2:A1 = bubuk biji kelor sebanyak 133 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 66,7 mg

K1:A2 = bubuk biji kelor sebanyak 66,7 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 133 mg

Tabel 3. Rerata Nilai TSS Menggunakan Koagulan Kombinasi Bubuk Biji Kelor Dan Bubuk Biji Asam Jawa

Perlakuan	TSS (mg/l) Sebelum Perlakuan	TSS (mg/l) Sesudah Perlakuan	pH Sebelum Perlakuan	pH Sesudah Perlakuan
Kontrol	300	250	5	5
K1 : A1	300	1650	5	5
K2 : A2	300	1760	5	5,5
K1 : A2	300	1832	5	5,5

Keterangan :

Kontrol = tanpa pemberian bubuk

K1:A1 = bubuk biji kelor sebanyak 100 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 100 mg

K2:A1 = bubuk biji kelor sebanyak 133 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 66,7 mg

K1:A2 = bubuk biji kelor sebanyak 66,7 mg dan bubuk biji asam jawa sebanyak 133 mg

Tabel 4. Rerata Nilai COD Dan TSS Menggunakan Koagulan Bubuk Biji Kelor

Perlakuan	COD (mg/l) Sebelum Perlakuan	COD (mg/l) Sesudah Perlakuan	TSS (mg/l) Sebelum Perlakuan	TSS (mg/l) Sesudah Perlakuan	pH Sebelum Perlakuan	pH Sesudah Perlakuan
Kontrol	9650	5059	300	250	5	5
100 mg/l	9650	15642	300	1050	5	5
133,3 mg/l	9650	11362	300	1750	5	5,5
66,7 mg/l	9650	9512	300	550	5	5,5

Tabel 5. Rerata Nilai COD Dan TSS Menggunakan Koagulan Bubuk Biji Asam Jawa

Perlakuan	COD (mg/l) Sebelum Perlakuan	COD (mg/l) Sesudah Perlakuan	TSS (mg/l) Sebelum Perlakuan	TSS (mg/l) Sesudah Perlakuan	pH Sebelum Perlakuan	pH Sesudah Perlakuan
Kontrol	9650	5059	300	250	5	5
100 mg/l	9650	6848	300	400	5	5
133,3 mg/l	9650	7236	300	280	5	5,5
66,7 mg/l	9650	6615	300	250	5	5,5

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2021)

Hasil Tabel 5 rerata nilai COD menggunakan koagulan bubuk biji asam jawa terjadi penurunan dari yang paling tinggi ke rendah pada perlakuan 66,7 mg/l yaitu 3.035 mg/l, 100 mg/l yaitu 2.802, dan 133,3 mg/l yaitu 2.414 mg/l dalam penelitian ini dosis koagulan terendah mengalami penurunan yang paling tinggi sebaliknya dosis koagulan yang paling tinggi mengalami penurunan yang paling rendah.

Semakin tinggi konsentrasi bubuk biji asam jawa, maka semakin besar pula penurunan kadar COD limbah cair industri tempe yaitu dengan penelitian industri tempe yang menyatakan bahwa konsentrasi optimum adalah 500 mg dan nilai prosentasenya 90,57% berbeda. Penurunan kadar COD pada air limbah akibat asam jawa disebabkan oleh adanya beberapa senyawa seperti lateks dan albuminoid.²¹ Getah merupakan senyawa polimer hidroksi karbon yang dihasilkan oleh koloid. Getah digunakan sebagai pengental, pengikat, pengemulsi, penstabil, perekat, sebagai filter dalam industri tekstil, dan koagulan.²² Albuminoid sebagai pengikat untuk keracunan garam merkuri dan dapat mengental atau berubah sifat dengan panas.²³

Hasil rerata nilai TSS pada dosis koagulan bubuk biji asam jawa 66,7 mg/l mendapatkan hasil penurunan 50 mg/l, dan dosis 133,3 mg/l mendapatkan hasil penurunan 20 mg/l dengan ukuran mesh 40. Semakin kecil ukuran partikel semakin besar bidang kontak antara partikel asam dengan limbah cair tahu maka semakin besar pula penghilangan kadar TSS dari limbah cair tahu, karena pada penelitian Enrico kadar TSS dapat diturunkan menjadi 133 mg/l dengan efisiensi koagulan bubuk biji asam jawa pada dosis 3 g/l sebesar 96,51 dengan ukuran pori ayakan 1 mm.²⁴

Persentase reduksi lebih besar pada ukuran koagulan yang lebih halus karena pada ukuran bubuk yang lebih halus protein butiran kelor lebih larut dalam air. Sehingga akan membentuk ion positif dari pembentukan ion diatomik (*zwitteriori*) lebih cepat daripada ukuran yang lebih besar dari koagulan. Demikian juga akan mengalami pembentukan flok dengan zat-zat dalam air lebih cepat daripada koagulan yang berukuran lebih besar. Semakin banyak flok yang terbentuk maka semakin rendah kadar TDS dan TSS di dalam air pada saat pengendapan.²⁵

Parameter pH pada perlakuan 66,7 mg/l dan

133,3 mg/l mengalami kenaikan pH dari 5 menjadi 5,5. *Tamarindus indica* bekerja pada pH rendah (<pH 6) dan memberikan hasil terbaik pada pH 4.²⁶ Koagulan biji asam jawa bekerja efektif pada pH 4. Hal ini karena pada pH rendah, gugus amina (-NH₂) yang terkandung dalam protein biji asam jawa bertindak untuk memprotonasi menjadi -NH₃⁺, yang dapat memuaikan partikel bermuatan negatif, sehingga tidak bermuatan, menjadi stabil membentuk ukuran partikel yang lebih besar. Semakin rendah pH, semakin besar kemampuan biji asam untuk mereduksi bahan organik. Dipercaya juga bahwa pH naik menjadi 5,5 karena biji asam mengandung senyawa tanin. Tanin dapat menetralkan pH air dan membentuk senyawa kompleks melalui ikatan hidrogen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan dengan proses koagulasi kombinasi koagulan *Tamarindus indica* dan *Moringa oliefera* belum mampu menurunkan kadar COD. Hal ini disebabkan karena penambahan kombinasi koagulan yang sulit terurai yang lebih dari 5 hari. Maka pemakaian koagulan bubuk biji *Moringa oliefera* sulit diurai secara proses kimia, sebaliknya terjadi sedikit penurunan kadar TSS. Dari hasil penelitian koagulan bubuk biji *Tamarindus indica* lebih baik dibandingkan koagulan bubuk biji *Moringa oliefera* dalam penurunan kadar COD dalam limbah cair tahu. Peningkatan kadar COD disebabkan koagulan bubuk biji *Moringa oliefera* dengan kombinasi koagulan *Tamarindus indica*. Peningkatan kadar COD dan TSS yang disebabkan kombinasi koagulan akan menjadikan padatan tersuspensi menggumpal, membentuk flok-flok sehingga meningkatkan material organik yang terbentuk. Konsentrasi koagulan yang tinggi tidak mampu untuk menetralkan koloid dalam air limbah dan kemampuan untuk menetralkan dan mengagregasi hanya sebagian dari koloid, tidak menghasilkan penurunan TSS yang efektif.¹⁸

Keuntungan menggunakan biji kelor sebagai koagulan terutama karena biodegradabilitas yang tinggi, tidak beracun, dan kapasitas buffer alami, sehingga penyesuaian pH dan alkalinitas tidak diperlukan; dan karena produksi lumpur koagulasi yang rendah dibandingkan dengan lumpur sisa yang dihasilkan oleh Aluminium Sulfat yang bersifat kimia. Secara keseluruhan, banyak efektivitas produk

alami dapat bergantung pada kondisi penyimpanan, metode ekstraksi, dan suhu pengawetan ekstrak biji kelor. Berdasarkan penelitian Ramesh (2008), jumlah kapasitas pembuangan lumpur dari koagulan alam untuk *Moringa oleifera* mencapai jumlah pembuangan lumpur sebesar 4200 mg pada dosis optimum 60 ml, dan *Tamarindus indica* mencapai jumlah pembuangan lumpur sebesar 3450 mg pada dosis optimum 60 ml.¹¹

Keseluruhan pemeriksaan suhu pada penelitian terjadi kenaikan sebesar 31°C karena pemeriksaan dilakukan jam 11 pagi. Pengambilan sampel diambil jam 6 pagi. Selain itu juga disebabkan suhu ruang laboratorium yang cukup panas yaitu berkisar 32°C-33°C.

SIMPULAN

Bubuk biji asam jawa sebagai koagulan alami dengan konsentrasi 66,7 mg/l efektif pada penurunan kadar COD sebesar 31,4% serta kadar TSS sebesar 16,7% limbah cair tahu dengan menggunakan metode koagulasi *jar test*. Koagulan bubuk biji kelor dan kombinasi koagulan alami tidak efektif dalam penurunan kadar COD dan TSS dalam limbah cair tahu. Terjadi kenaikan pH 5,5 serta terjadi kenaikan suhu 31°C. Menggabungkan 2 koagulan alami bubuk bubuk biji *Tamarindus indica* dan biji *Moringa oleifera* tidak efektif pada penurunan kadar COD dan TSS pada limbah cair tahu, serta diperlukan riset lebih lanjut mengenai kombinasi koagulan alami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada DIPA Poltekkes Jakarta II yang telah mendanai riset ini. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Poltekkes Jakarta II, Joko Sulistiyo, ST dan M.Si. Direktur Pusat PPM Dr. Dra. Syarifah. M.E.J.T., M.Biomed, serta Bapak Abie Wihoho M.Sc yang telah memberikan saran serta masukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Nurhasanah, Pramudyanto B. Pengolahan Air Buangan Industri Tahu. Semarang: Yayasan Bina Lestari dan WALHI; 1987.
- Said NI, Wahjono HD. Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob. Jakarta: Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi dan Informasi, Energi, Material dan Lingkungan. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi; 2013.
- Peraturan Gubernur No. 69 Tahun 2013. Tentang Baku Mutu Air Limbah Propinsi DKI Jakarta. Jakarta; 2013.
- Kaswinari F. Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali. Universitas Diponegoro; 2007.
- Eckenfelde W. Industrial Water Pollution Control. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Inc; 2000.
- Nohong. Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium dan Besi Dalam Air Lindi TPA. Jurnal Pembelajaran Sains. 2010;6(2):257-69.
- Nurika AR I. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu (Kajian Konsentrasi Bubuk Biji Asam Jawa Dan Lama Pengadukan). Jurnal Teknologi Pertanian. 2007;8(3):215-20.
- Sutherland JP, Folkard GK, Mtawali MA, Grant WD. *Moringa Oleifera* as a natural Coagulant. In: Proceeding of 20th WEDC Conference Affordable water supply and sanitation. Colombo, Srilanka; 1994. p. 297-9.
- Lisa D, dkk. The Effectiveness of Moringa Seed Powder as Coagulant in Reducing Turbidity of Water Containing Iron Ion in 2017. In: Proceeding of 5th International Conference on Health Sciences (ICHS 2018) [Internet]. Yogyakarta; 2018. Available from: <https://download.atlantispress.com/article/125921353.pdf>
- Hendrawati D. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L) Dan Biji Kecipir (*Psophocarus Tetragonolobus* L) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. UIN Syarifudin Hidayatullah; 2013. <https://doi.org/10.15408/jkv.v3i1.326>
- Ramesh S, Mekala L. Treatment Of Textile Waste Water Using Moringa Oleifera And Tamarindus Indica. International Research Journal Of Engineering And Technology (IRJET). 2018;5(3):3891-5.
- Januardi R, dkk. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Kombinasi Bubuk Kelor (*Moringa oleifera*) dan Asam Jawa (*Tamarindus indica*). Jurnal Protobiont. 2014;3(1):41-5.
- Sugiharto. Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah. Jakarta. Jakarta: Universitas Indonesia Press; 1987.
- Standar Nasional Indonesia. Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.73:2019) Air dan air limbah – Bagian 2 : Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan refluks tertutup secara titrimetri. Jakarta; 2019.
- The American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater Methods 5220D: Closed Reflux Titrimetric Methods. 23th Editi. Washington, USA; 2017.
- Sri S, Ridwan S. Kimia Lingkungan. Jakarta: Univesitas Indonesia; 1996.
- Standar Nasional Indonesia. Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.3:2019) Air dan Air

- Limbah - Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solids/TSS) Secara Gravimetri. Jakarta; 2019.
18. Fitri, dkk. Pengaruh Kadar Air, Dosis Dan Lama Pengendapan Koagulan Bubuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Ilmiah: J-HESTECH*. 2021;4(2):95–102.
 19. Nabila HR. Biji Flamboyan (*Delonix Regia*) sebagai biokoagulan dalam menurunkan konsentrasi Chemical Oxygen Demand Dan Total Suspended Solid Limbah Cair Industri Tempe. Universitas Airlangga; 2019.
 20. Kartika D, Nurjazuli, Budiyono. Kemampuan Bubuk Biji Asam Jawa Dalam Menurunkan TSS, Turbiditas, Dan Amoniak Pengolahan Limbah Cair PT. Utama Multiniaga Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2016;4(4).
 21. Agustini F. Bubuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L) Untuk Pengelolaan Limbah Industri Cair Tempe (Studi Kasus Mataram). *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 2021;7(2):272–9. <https://doi.org/10.29303/jstl.v7i2.193>
 22. Ulwia RS. Pengaruh Dosis Koagulan Bubuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.) Terhadap Penurunan Kadar BOD Dan COD Pada Limbah Cair Tahu. *Journal Global Health Science*. 2017;2(4):332–5.
 23. Rosyidah C. Uji dosis bubuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L) sebagai biokoagulan terhadap kualitas air ditinjau dari aspek fisik, kimia dan bakteriologi. Universitas Islam Negeri Malang; 2008.
 24. Enrico B. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu. Universitas Sumatera Utara; 2008.
 25. Hak A, dkk. Efektifitas Penggunaan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, Lam) Sebagai Koagulan Untuk Menurunkan Kadar TDS dan TSS Dalam Limbah Laundry Hydrogen. *Jurnal Kependidikan Kimia*. 2018;6(2):100–13. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v6i2.1604>
 26. Mawaddah D, Titin A, Nurhasni. Penurunan Bahan Organik Air Gambut Menggunakan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L). *Jurnal MIPA*. 2013;3(1):22–3.



©2022. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.