



PEMANFAATAN SERBUK BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica L*) UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMPE

Etik Isman Hayati*), Eko Budi Susatyo dan Wisnu Sunarto

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Januari 2016
Disetujui Pebruari 2016
Dipublikasikan Mei 2016

Kata kunci:
limbah cair tempe
biji asam jawa
turbiditas
COD

Abstrak

Limbah cair industri tempe mengandung bahan-bahan organik yang tinggi dan dibuang langsung di lingkungan sekitarnya. Salah satu proses untuk pengolahan limbah cair adalah koagulasi. Tanaman di Indonesia yang dapat digunakan sebagai koagulan alternatif adalah biji asam jawa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu pengadukan optimum, pH optimum limbah dan dosis optimum koagulan dengan parameter turbiditas (kekeruhan) dan COD (Kebutuhan Oksigen Kimiawi). Variabel dalam penelitian meliputi waktu pengadukan (10; 15; 20 dan 25 menit), pH limbah (3; 3,5; 4; 4,5 dan 5) dan dosis koagulan (100; 300; 500; 700 dan 900 mg). Metode pengujian COD adalah metode refluks tertutup secara spektrofotometri dan pengujian kekeruhan menggunakan turbidimeter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pengadukan optimum, pH optimum limbah dan dosis optimum koagulan dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbuk biji asam jawa adalah 20 menit dengan pH limbah 4 dan penambahan dosis koagulan sebesar 300 mg dalam 200 mL limbah cair tempe.

Abstract

Liquid waste industrial of tempeh contain high organic materials and it is discharged into the environment. One of the process for wastewater treatment is coagulation. One of plants in Indonesia that can be used as an alternative coagulant is tamarind seeds. The aims of this experiment isto determine the optimum stirring time, optimum pH of the waste and optimum coagulant dosage with parameters turbidity (cloudiness) and COD (Chemical Oxygen Demand). The variables in the experiment include stirring time (10, 15, 20 and 25 minutes), the pH of the waste (3, 3.5, 4, 4.5 and 5) and coagulant dosage (100, 300, 500, 700 dan 900 mg). COD testing methods is closed reflux method by spectrophotometry and turbidity testing using the turbidimeter. The results showed that the optimum stirring time, optimum pH and optimum coagulant dosage in the treatment of tempeh wastewater with coagulant tamarind seed powder is 20 minutes with pH of the waste 4 and the addition of coagulant dose of 300 mg in 200 mL of liquid waste tempe

Pendahuluan

Indonesia dapat dipandang sebagai salah satu negara yang kaya akan teknologi fermentasi secara tradisional, dan tempe merupakan salah satu produk yang paling menonjol. Hampir di setiap kota di Indonesia, terutama di pulau Jawa banyak dijumpai usaha pembuatan tempe. Limbah yang diperoleh dari produksi tempe dapat berupa limbah cair maupun limbah padat. Limbah cair tempe berupa air bekas rendaman kedelai dan air bekas rebusan kedelai yang masih dibuang langsung di perairan disekitarnya (Wiryaningrum; 2007). Menurut Ramadhani & Moesriati (2013) dari data yang diperoleh berdasarkan penelitian terdahulu, rata-rata kandungan BOD, COD, TSS, dan pH dalam limbah cair tempe yang dihasilkan berturut-turut sebesar 950, 1534, 309, dan 5. Sedangkan berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri Tempe menyatakan bahwa baku mutu untuk limbah cair industri tempe sebesar BOD (150 mg/L), COD (275mg/L) dan TSS (100 mg/L).

Salah satu proses dalam pengolahan limbah cair adalah koagulasi. Koagulasi merupakan proses destabilisasi koloid dalam limbah cair dengan menambahkan bahan kimia (koagulan). Koagulan ditambahkan untuk menetralkan keadaan atau mengurangi partikel kecil yang tercampur dalam limbah cair melalui pengendapan (Sugiharto; 1987). Banyak tanaman di Indonesia yang dapat digunakan sebagai koagulan alternatif misalnya biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) yang berperan sebagai polielektrolit. Menurut Dobrynin & Michael dalam Hendrawati *et al.* (2013). Polielektrolit adalah polimer yang membawa muatan positif atau negatif dari gugus yang terionisasi. Pada pelarut yang polar seperti air, gugus ini dapat terdisosiasi, meninggalkan muatan pada rantai polimernya dan melepaskan ion yang berlawanan dalam larutan. Penambahan konsentrasi polielektrolit akan mengakibatkan berkurangnya kestabilan koloid dan akan mengurangi gaya tolak menolak antara partikel sehingga menunda proses pengendapan.

Secara umum semua partikel koloid memiliki muatan sejenis. Diakibatkan muatan yang sejenis maka terdapat gaya tolak-menolak antar partikel koloid. Hal ini mengakibatkan partikel-partikel koloid tidak dapat bergabung sehingga memberikan kestabilan pada sistem koloid. Protein yang terlarut dari biji asam jawa mengandung gugus $-NH_3^+$ yang dapat mengikat

partikel-partikel yang bermuatan negatif sehingga partikel-partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran partikel yang lebih besar yang akhirnya dapat terendapkan (Hendrawati, *et al.*; 2013).

Pada penelitian yang akan dilakukan serbuk biji asam jawa digunakan sebagai koagulan alternatif pada pengolahan limbah cair tempe dengan parameter nilai Turbiditas dan COD dari limbah tersebut. Keekeruhan air dapat ditimbulkan oleh berbagai hal diantaranya dari bahan organik maupun anorganik yang terkandung di dalam air misal lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri. Pengotor ini dapat membuat perairan alami menjadi lebih keruh dan bahkan membentuk endapan. Keekeruhan yang tinggi sangat mempengaruhi kandungan oksigen terlarut didalamnya. Pengaruh meningkatnya keekeruhan yaitu berkurangnya penetrasi cahaya luar yang masuk dalam perairan (Nugroho, *et al.*; 2014).

Menurut Alaerts & Santika (1984) COD adalah jumlah oksigen ($mg O_2$) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter air, dimana pengoksidasinya adalah $K_2Cr_2O_7$ atau $KMnO_4$ digunakan sebagai sumber oksigen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu pengadukan optimum, pH optimum limbah dan dosis optimum koagulan serbuk biji asam jawa dalam pengolahan limbah cair tempe.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari H_2SO_4 , NaOH *pro analyst* buatan Merck, *digestion solution*, biji asam jawa sebagai koagulan, dan aquadest. Sedangkan alat yang digunakan adalah oven, neraca analitik, *magnetic stirrer*, reaktor COD HACH model 45600, turbidimeter, dan spektrofotometer UV-Vis SHIMADZU 1601.

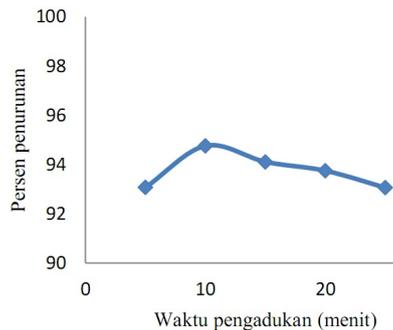
Preparasi awal adalah pembuatan koagulan. Biji asam jawa yang sudah matang berwarna kecoklatan (matang di pohon), dipisahkan dari daging buahnya. Biji dengan cangkangnya yang bersih lalu diblender hingga menjadi serbuk dan kemudian diayak dengan ukuran 100 *mesh*. Kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu $105^\circ C$ selama 30 menit. Serbuk biji asam jawa siap untuk digunakan (Enrico; 2008).

Pada penelitian ini terdapat tiga variasi, yang pertama adalah variasi waktu pengadukan dengan variasi 10, 15, 20, 25, dan 30 menit. Kemudian variasi pH limbah dengan variasi 3; 3,5; 4; 4,5; dan 5, selanjutnya variasi dosis

koagulan dengan variasi 100, 300, 500, 700 dan 900 mg. Parameter dalam penelitian ini adalah turbiditas dan COD. Pengukuran nilai turbiditas menggunakan alat turbidimeter sesuai dengan SNI 06-6989.25-2005 dan pengukuran COD menggunakan metode refluks tertutup secara spektrofotometri sesuai dengan SNI 6989.2: 2009.

Hasil dan Pembahasan

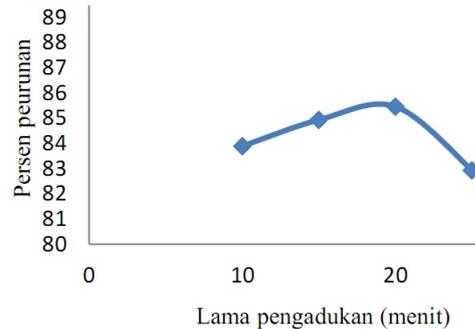
Limbah cair tempe yang digunakan dalam penelitian ini berupa campuran air hasil rebusan, air rendaman dan air cucian dalam pembuatan tempe. Sebelum diberi perlakuan, sampel terlebih dahulu diukur nilai pH, turbiditas dan COD sebagai tolak ukur awalnya. Data yang diperoleh adalah sebagai berikut: pH 4,85, Turbiditas 160 NTU dan COD 3999,4 mg/L. Pada tahap pertama dilakukan variasi lama pengadukan. Adapun variasi waktu pengadukan adalah 10, 15, 20 dan 25 menit. Sampel diatur pH menjadi 4. Hasil analisis dari sampel dapat diketahui bahwa waktu pengadukan berpengaruh terhadap penurunan nilai turbiditas dan COD sampel. Penentuan waktu pengadukan optimum terhadap nilai turbiditas disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh waktu pengadukan terhadap persen penurunan nilai turbiditas

Dari Gambar 1. menunjukkan bahwa penurunan nilai turbiditas optimum terjadi pada waktu pengadukan 10 menit yaitu dengan penurunan sebesar 94,76%. Penurunan optimum dari nilai turbiditas awal 160 NTU menjadi 8,37 NTU. Menurut Asmadi *et al.* (2007) salah satu faktor penting pada proses koagulasi adalah pengadukan. Proses pengadukan mempunyai kemampuan untuk mendapatkan penyebaran serbuk biji asam jawa yang merata, meningkatkan kesempatan antar partikel bereaksi semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh serbuk biji asam jawa yang mempunyai kemampuan mengikat partikel yang bermuatan negatif dalam limbah cair tempe menjadi cepat mengendap (Nurika; 2007). Semakin lama waktu kontak serbuk biji asam jawa dengan sampel

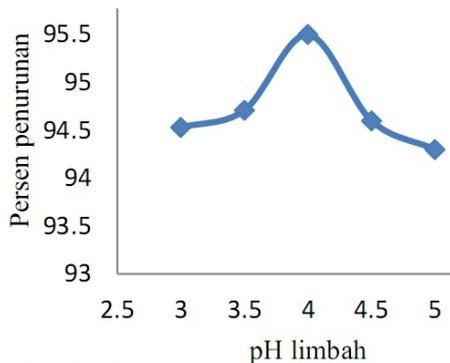
limbah cair tempe maka nilai turbiditas dan COD akan naik kembali seperti yang tertera pada Gambar 2. Penurunan COD tertinggi terjadi pada waktu pengadukan optimum yaitu 20 menit. Pada waktu pengadukan optimum nilai COD mengalami penurunan sebesar 85,46% dengan nilai COD sebesar 581,50 mg/L. Hasil optimum yang diperoleh selanjutnya akan dipakai untuk percobaan penentuan pH optimum limbah dan massa optimum koagulan (variasi berikutnya).



Gambar 2. Pengaruh waktu pengadukan terhadap persen penurunan nilai COD

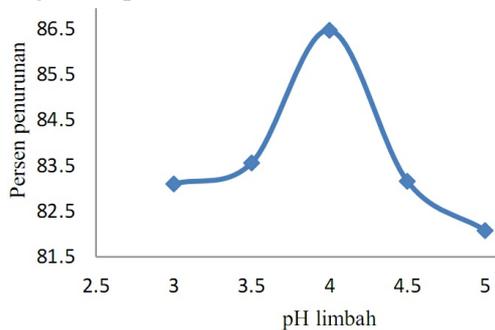
COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel cairan dengan sumber oksigen berasal dari zat kimia. Pada penelitian ini zat pengoksidasi yang digunakan adalah $K_2Cr_2O_7$ yang sudah ada pada larutan *digestion solution*. Jumlah oksigen yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekivalen oksigen (O_2 mg/L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak. Prinsip dari penelitian ini adalah penambahan polielektrolit alami yaitu serbuk biji asam jawa yang berperan sebagai koagulan. Koagulasi ini terjadi dengan penambahan ion yang memiliki muatan yang berlawanan dengan partikel koloid pada limbah cair tempe. Menurut Bangun *et al.* (2013) prinsip dasar proses koagulasi adalah terjadinya gaya tarik menarik antara ion-ion negatif di suatu pihak dengan ion-ion positif di lain pihak. Adapun yang bertindak sebagai ion negatif adalah partikel-partikel yang terdiri dari zat-zat organik (partikel koloid). Dimana serbuk biji asam jawa (koagulan) bermuatan positif dan limbah cair tempe yang menjadi sampel bermuatan negatif.

Penentuan pH optimum dilakukan setelah mendapatkan waktu pengadukan optimum yaitu pada persen penurunan COD terbesar, pengaturan pH limbah cair industri tempe menjadi 3; 3,5; 4; 4,5; dan 5. Pengaturan pH sampel limbah cair tempe dilakukan dengan penambahan H_2SO_4 0,1 M dan NaOH 0,1 M.



Gambar 3. Pengaruh pH limbah cair tempe terhadap persen penurunan nilai turbiditas

Dari data pada Gambar 3. menunjukkan bahwa nilai penurunan turbiditas optimum pada pH limbah cair tempe 4 yaitu sebesar 95,59%. Pada pH optimum terjadi penurunan nilai turbiditas dari 160 NTU menjadi 7,05 NTU. Persen penurunan COD terbesar juga pada pH limbah optimum yaitu pada pH 4. pH optimum ini sama dengan pH optimum pada pengukuran nilai turbiditas sampel dengan variasi sama. Penurunan nilai COD tertinggi adalah 86,47% yaitu pada nilai COD sebesar 541,10. Hasil ini ditunjukkan pada Gambar 4.

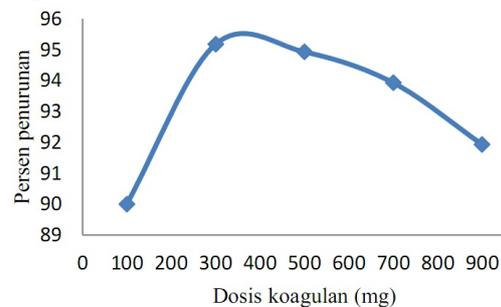


Gambar 4. Pengaruh pH limbah cair tempe terhadap persen penurunan nilai COD

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Enrico (2008) koagulan serbuk biji asam jawa memiliki pH optimum 4. Begitu pula menurut penelitian Mawaddah (2014) menyatakan bahwa biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) dapat bekerja pada pH rendah (<pH 6) dengan hasil terbaik pada pH 4. Koagulan biji asam jawa bekerja efektif pada pH 4 mungkin disebabkan karena pada pH rendah, gugus amina ($-NH_2$) yang terdapat pada protein biji asam jawa akan terprotonasi menjadi $-NH_3^+$ yang dapat mengikat partikel-partikel yang bermuatan negatif sehingga partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran partikel yang lebih besar yang akhirnya akan terendapkan. Sehingga semakin rendah pH kemampuan biji asam jawa dalam menurunkan bahan organik juga semakin meningkat. Pada pH tinggi gugus COOH pada protein akan terdeprotonasi

membentuk muatan negatif COO^- yang menyebabkan biji asam jawa kehilangan sisi aktif koagulan.

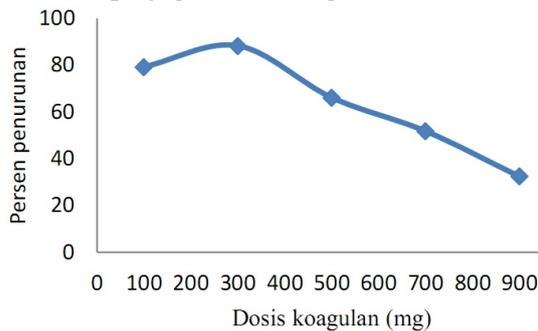
Dosis optimum serbuk biji asam jawa pada penelitian ini ditunjukkan pada penambahan serbuk biji asam jawa 300 mg limbah cair industri tempe dengan penyisihan turbiditas terbesar adalah 95,18% sebesar 7,7 NTU. Dengan bertambahnya dosis koagulan serbuk biji asam jawa, akan menyebabkan larutan semakin jenuh sehingga koagulan yang tersisa juga akan mengotori larutan yang ada. Pada penambahan dosis 500 sampai 900 mg nilai turbiditas semakin meningkat atau persen penurunan turbiditas turun dibandingkan dengan penurunan turbiditas saat penggunaan dosis 300 mg. Hal ini mungkin dikarenakan pengotor dalam sampel juga meningkat. Hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh dosis koagulan terhadap persen penurunan nilai turbiditas

Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Enrico (2008), dosis optimum partikel biji asam jawa sebagai koagulan dicapai pada dosis 3000 mg/L dalam 500 mL limbah cair tahu dengan penyisihan turbiditas sebesar 89,88%. Turbiditas akan semakin meningkat seiring dengan penambahan dosis koagulan. Hal ini disebabkan karena dosis koagulan serbuk biji asam jawa terlalu banyak sehingga kemampuan untuk menjernihkan limbah cair tempe sudah tidak efektif karena sudah menjadi jenuh. Kemampuan serbuk biji asam jawa dalam menjernihkan limbah cair tempe belum terlalu efektif sampai pada dosis 300 mg dan selanjutnya turbiditas semakin meningkat dikarenakan larutan sudah semakin jenuh dan kotor dari penambahan serbuk biji asam jawa yang semakin banyak. Penurunan nilai COD terbesar juga pada penambahan dosis koagulan serbuk biji asam jawa 300 mg. Pada dosis optimum diperoleh nilai COD sebesar 487,14 mg/L dengan persen penurunan 87,82%. Dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap penyisihan nilai COD limbah cair tempe karena dengan memberikan dosis yang tepat maka penyisihan

COD sampel juga semakin signifikan.



Gambar 6. Pengaruh dosis koagulan terhadap persen penurunan nilai COD

Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani & Moesriati (2013) penurunan kadar COD yang paling signifikan yaitu pada dosis koagulan asam jawa 1500 mg/L pada 500 mL limbah tempe dengan pengadukan cepat 180 rpm dan pengadukan lambat 80 rpm sebesar 81,72%. Metode analisis COD yang digunakan pada penelitian ini adalah metode refluks tertutup secara spektrofotometri sesuai SNI 6989.2:2009.

Menurut Wiley & Sons (1995) suatu koagulan dikatakan efektif, apabila mampu menurunkan nilai turbiditas sebesar 50% sehingga koagulan serbuk biji asam jawa ini merupakan salah satu koagulan yang efektif untuk menurunkan turbiditas limbah cair industri tempe.

Simpulan

Pemanfaatan serbukbiji asam jawa sebagai koagulan untuk pengolahan limbah cair tempe dalam menurunkan kekeruhan dan COD tertinggi pada keadaan optimum yaitu pada waktu pengadukan 20 menit, dengan pH limbah 4 dan penambahan dosis koagulan 300 mg dengan persentase penyisihan kekeruhan 95,18% dan COD 87,82%.

Daftar Pustaka

Alaerts & Santika, S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional

Asmadi, K. & Kasjono, H.S. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Goyen Publishing

Bangun, A.R., S. Aminah, R.A. Hutahaean, & M.Y. Ritonga. 2013. Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(1): 7-13

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius

Enrico, B. 2008. *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu*. Tesis. Lampung: Program Studi Teknik Kimia. Universitas Sumatra Utara

Hendrawati, Syamsumarsih, D. & Nurhasni. 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus Tetragonolobus L.*) sebagai Koagulan Alami dalam Memperbaiki Kualitas Air Tanah. *Jurnal MIPA*, 3(1): 22-33

Mawaddah, D., Titin, A.Z. & Gusrizal. 2014. Penurunan Bahan Organik Air Gambut Menggunakan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica Linn.*). *Jurnal MIPA*, 3(1): 27-31

Nugroho, B.A., Miswadi, S.S. & Santosa, N.B. 2014. Penggunaan Serbuk Biji Kelor untuk Menurunkan Pb, Kekeruhan dan Intensitas Warna. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(3): 174-178

Nurika, I., A.R. Mulyarto. & K. Afshari. 2007. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu (Kajian Konsentrasi Serbuk Biji Asam Jawa dan Lama Pengadukan). *Jurnal MIPA*, 8(3): 215-220

Ramadhani, G.I. & A. Moesriati. 2013. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus Pada Limbah Industri Tempe. *Jurnal MIPA*, 2(1): 22-26

Sugiharto.1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press

Wiley, J. & Sons. 1995. *Principle of Industrial WasteTreatment*. New York : John Willey & Sons, Inc

Wiryani, E. 2007. Analisis Kandungan Limbah Cair Pabrik Tempe. *Jurnal MIPA*