PENGARUH pH DAN DOSIS KOAGULAN EKSTRAK BIJI KELOR DALAM KOAGULASI TERHADAP PENGURANGAN KEKERUHAN LIMBAH CAIR

Astrid Herawati, Riistika Asti, Bambang Ismuyanto[*)], Julianand, dan A.S. Dwi Saptati N. Hidayati

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167, Malang, 6541, Telp: (0341) 587710 ext: 1333, Fax: (0341)574140
[*)]Penulis korespondensi: bambangismu@ub.ac.id

Abstract

The presence of suspended and colloidal particles in water can cause turbidity. To reduce the turbidity, coagulation–flocculation process is commonly used. In this process, the colloidal particle is converted into flocs which is easily separated from water with the aid of coagulant. One of the natural coagulants that have been studied as water purifier is Moringa oleifera seeds. This research aims to reduce turbidity of kaolin synthetic wastewater through coagulation–flocculation process using Moringa oleifera seeds that have been extracted with NaCl 1 M. The variables used in this study were wastewater pH (3, 6, 10, and 12) and coagulant dosage (0, 1, 2, 3, 4, and 5 mL/L). Coagulation-flocculation was taken place in Jar Test with rapid stirring 150 rpm in 2 minutes, followed by slow stirring 30 rpm in 30 minutes, and sedimentation for 30 minutes. Then, the water was analyzed using Turbidimeter. The results showed that coagulant dosage and pH affected the effectiveness of coagulation in decreasing turbidity. The optimum dosage of extracted Moringa oleifera seeds coagulant in coagulation of kaolin synthetic wastewater at pH 3, 6, 10, and 12 were 2 ml/L, 3ml/L, 2 ml/L, and 4 ml/L, respectively.

Keywords: *turbidity; coagulation-flocculation; coagulant; moringa seed extract*

Abstrak

Adanya partikel koloid dan tersuspensi dalam perairan dapat menyebabkan kekeruhan. Untuk mengurangi kekeruhan air, proses koagulasi–flokulasi sering digunakan. Pada proses ini, partikel koloid diubah menjadi flok-flok yang mudah dipisahkan dari air dengan bantuan koagulan. Salah satu koagulan alami yang telah diteliti sebagai penjernih air adalah biji kelor. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kekeruhan sampel limbah cair sintetik kaolin melalui proses koagulasi–flokulasi menggunakan koagulan biji kelor yang telah diekstrak dengan NaCl 1 M. Variabel yang diamati meliputi pengaruh pH (3, 6, 10, 12) dan dosis koagulan (0, 1, 2, 3, 4, 5 mL/L). Proses koagulasi–flokulasi dilakukan dalam alat jartest dengan kecepatan pengadukan 150 rpm dan 30 rpm, serta dilanjutkan dengan sedimentasi selama 30 menit. Air sedimentasi dianalisa menggunakan alat turbidimeter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis koagulan dan pH mempengaruhi efektifitas koagulasi dalam penurunan kekeruhan. Dosis optimum koagulan ekstrak biji kelor pada koagulasi limbah cair sintetik kaolin pH 3, 6, 10, dan 12 secara berturut-turut adalah 2 ml/L, 3ml/L, 2 ml/L, dan 4 ml/L.

Kata kunci: *kekeruhan; koagulasi-flokulasi; koagulan; ekstrak biji kelor*

PENDAHULUAN

Koagulasi–flokulasi merupakan metode untuk mengendapkan partikel halus dan koloid yang terdispersi dalam air dengan mengubah partikel tersebut menjadi flok-flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga mudah dipisahkan dari air melalui proses pengendapan, pengapungan dan lain-lain (Kurita Editorial Comittee, 1999). Beberapa faktor yang mempengaruhi koagulasi adalah konsentrasi koloid, dosis koagulan, afinitas koloid terhadap air, potensial zeta, nilai pH, kation dalam larutan, suhu, dan kecepatan pengadukan (AWW, 2010; Hakim dan Supriyatna, 2007; Tchobanoglous, 2003; Wakeman dan Steve, 2005; Wang dkk., 2005). Koloid

merupakan partikel sangat kecil yang memiliki luas permukaan sangat besar. Partikel koloidal lebih besar dari atom dan ion, tetapi cukup kecil untuk dilihat dengan mata telanjang. Rentang ukurannya 0,001 sampai 10 µm dan ratio massa terhadap luas permukaannya sangat kecil. Sebagian besar koloid memiliki muatan negatif. Muatan negatif dalam sistem koloid diseimbangkan oleh ion positif yang berada di dekat permukaan padat–cair dan diantara medium pendispersi (Wang dkk., 2005). Zat kimia yang ditambahkan saat proses koagulasi disebut koagulan. Partikel koloid akan ternetralkan oleh adanya muatan dari koagulan (Somasundaran, 2006). Molekul organik dengan muatan elektrik ganda dapat efektif sebagai koagulan, contohnya saja polimer anionik atau kationik. Molekul ini akan menjembatani atau menghubungkan partikel satu dengan yang lain (DeWolfe dkk., 2003). Bagian tanaman kelor yaitu biji, daun, dan akar dapat digunakan sebagai koagulan yang cukup efektif dalam penurunan kadar kekeruhan dan penjernihan air (Ndabigengesere, 1995). Menurut Gassenschmidt dkk. 1995), koagulan ekstrak biji kelor yang didapat mengandung protein dengan asam amino paling banyak, yaitu glutamine, arginin, dan proline, dengan berat molekular yang diukur dari SDS-PAGE adalah 3 kDa (atau setara 3000 gr/mol). Protein inilah yang berperan sebagai komponen aktif dalam proses koagulasi kekeruhan limbah cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis optimum koagulan ekstrak biji kelor dan pengaruh pH dalam koagulasi sampel limbah cair sintetik kaolin.

METODE PENELITIAN

Uji Karakterisasi Biji Kelor

Analisa proksimat digunakan untuk menjelaskan karakteristik sampel biji kelor yang berasal dari Pasuruan, Jawa Timur. Analisa ini sesuai dengan standar pengujian yang telah ditetapkan pada SNI 01-2891-1992 tentang Cara Uji Makanan dan Minuman.

Uji Protein Ekstrak Biji Kelor

Metode analisis yang dilakukan untuk mengukur kadar protein dalam ekstrak biji kelor adalah menggunakan Metode Analisis Kjeldhal sesuai dengan standar pengujian yang telah ditetapkan pada SNI 01-2891-1992 tentang Cara Uji Makanan dan Minuman.

Persiapan Koagulan Ekstrak Biji Kelor

Biji kelor tua dan kering dihaluskan menggunakan blender sehingga didapatkan serbuk biji kelor. 3 gram serbuk ditambahkan 100 mL larutan NaCl 1 M dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Selanjutnya campuran disaring menggunakan kertas saring dan didapatkan filtrat atau koagulan ekstrak biji kelor.

Persiapan Limbah Cair Sintetik Kaolin

Sampel penelitian dibuat menyesuaikan dengan kekeruhan limbah cair industri keramik di Dinoyo, Malang, Jawa Timur. Kaolin dicampurkan dengan air dan ditambahkan zat kimia (HCl atau NaOH) untuk mengatur pH limbah. Kaolin merupakan tanah liat putih atau tanah liat mendekati putih yang terdiri dari mineral kelompok kaolin yang secara umum berukuran 2–10 µm (Kogel dkk., 2006). Selanjutnya dihomogenasi selama 1 jam dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Hasil pengadukan berupa sampel limbah sintetik kolin dengan kekeruhan 6360 NTU.

Koagulasi Limbah Cair Sintetik Kaolin

Sebanyak 400 mL sampel limbah sintetik kaolin dengan kondisi pH tertentu ditambahkan sejumlah koagulan dan dikoagulasi menggunakan jartest dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit. Selanjutnya sampel diflokulasi dengan kecepatan pengadukan 30 rpm selama 30 menit. Sampel didiamkan (sedimentasi) selama 30 menit.

Analisa Kekeruhan

Air hasil sedimentasi dianalisa kekeruhannya menggunakan alat turbidimeter. Prinsip analisa ini adalah penyinaran sampel dengan sinar inframerah. Sinar datang yang mengenai partikel sebagian akan diserap dan sebagian ditransmisikan. Sinar yang ditransmisikan digunakan sebagai dasar pengukuran kekeruhan sampel limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

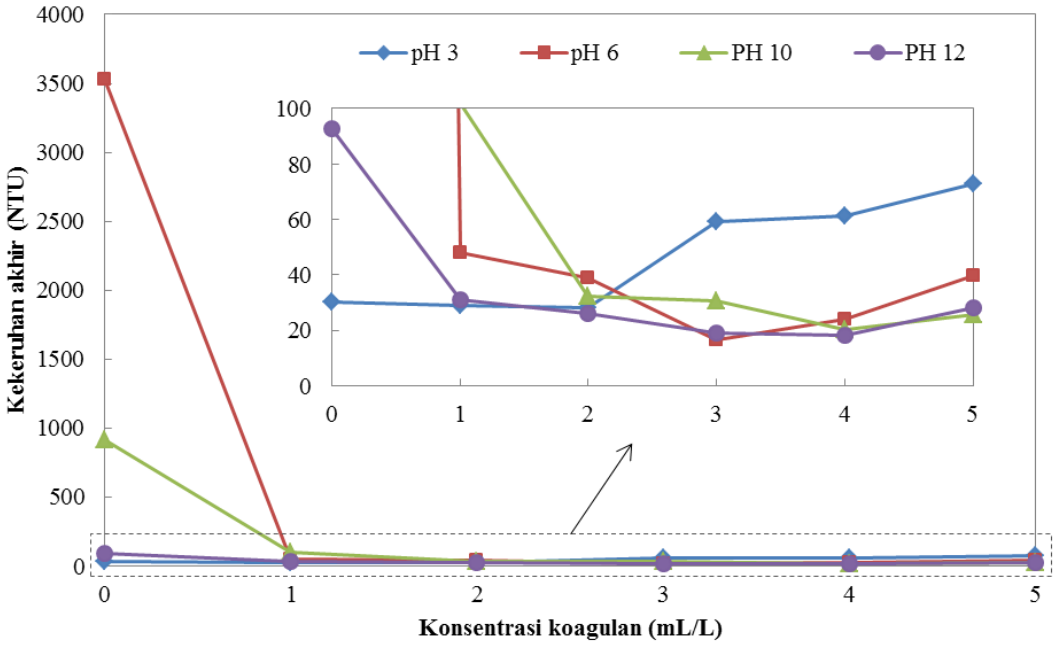
Hasil uji proksimat menunjukkan kandungan protein dalam biji kelor sebesar 31,90% (Tabel 1). Sedangkan berdasakan hasil analisa protein diketahui dalam ekstrak biji kelor terdapat protein sebesar 0,65 g/100 mL. Pada pH lebih asam, dosis koagulan yang ditambahkan untuk mencapai kekeruhan terendah relatif lebih kecil dibandingkan pada pH basa. Karena pada pH sekitar 3–4,6 mendekati titik isoelektrik kaolin. Menurut Schroth dan Garrison (1997), kaolin memiliki titik isoelektrik pada pH sekitar 3–4,6. Titik isoelektrik merupakan titik dimana muatan netto suatu molekul atau partikel adalah nol atau netral atau muatan positif dan muatan negatif di dalam suatu molekul adalah sama (Wang dkk., 2005).

Tabel 1. Hasil pengujian proksimat pada serbuk biji kelor (%-berat)

Parameter	Hasil	Hasil Pembanding*
Protein (%)	31,90	36,90
Lemak (%)	38,46	37,25
Air (%)	3,21	6,41
Abu (%)	4,14	3,06
Karbohidrat (%)	22,29	16,38

*Sumber: Gidde dan Malusare (2002)

Hasil kekeruhan akhir koagulasi dengan dosis koagulan 0 mL/L (tanpa koagulan) pada pH 3 adalah sebesar 30,3 NTU akibat adanya sifat *settling* dari suspensi kaolin. Serta dosis koagulan optimum sebesar 2 mL/L dengan kekeruhan akhir diketahui sebesar 28,3 NTU seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi koagulan terhadap kekeruhan limbah sintetik kaolin pada pH 3, 6, 10, dan 12

Koagulasi pada sampel limbah dengan pH 6 juga dapat dilihat pada Gambar 1. pH 6 merupakan kondisi awal limbah (kondisi tanpa penambahan asam atau basa). Kondisi ini berada di antara titik isoelektrik partikel kaolin dan protein, yaitu di bawah titik isoelektrik protein dan di atas titik isoelektrik limbah. Menurut Gassenschmidt dkk. (1995), protein biji kelor memiliki titik isoelektrik ≥ 10. Sehingga membuat protein memiliki muatan positif dan partikel kaolin memiliki muatan negatif. Mekanisme koagulasi yang lebih dominan terjadi adalah netralisasi muatan negatif limbah sintetik kaolin oleh muatan positif koagulan (protein). Pada pH 6, kekeruhan terendah sebesar 16,6 NTU dicapai dengan penambahan 3 mL/L koagulan.

Hasil kekeruhan akhir koagulasi dengan dosis koagulan 0 mL/L (tanpa koagulan) pada pH 10 adalah sebesar 918 NTU atau lebih kecil dibandingkan pada koagulasi limbah dengan pH 6, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini dapat terjadi akibat sifat *settling* yang dimiliki oleh partikel kaolin kaolin, ataupun dapat juga dikarenakan adanya penambahan NaOH (elektrolit kuat) yang terionisasi sempurna menjadi ion Na^+ dan OH^- di dalam sampel limbah, serta membuat muatan dari partikel kaolin menjadi semakin negatif.

Chukwudi (2008) menjelaskan bahwa stabilitas partikel sangat dipengaruhi oleh keberadaan konsentrasi elektrolit. Terjadi penurunan ketebalan lapisan ganda elektrik dan gaya tolak komponen pada peningkatan konsentrasi elektrolit saat koagulasi. Sebagai hasilnya, partikel dapat mengumpul lebih mudah membentuk flok saat konsentrasi elektrolit tinggi. Sehingga dicapai kekeruhan akhir sebesar 92,9 NTU atau mengalami penurunan kekeruhan sebesar 98,49%. Pada pH 10 dan 12, dosis optimum koagulan dicapai pada dosis koagulan sebesar 4 mL/L. Dengan pengurangan kekeruhan pada pH 10 dan 12 berturut-turut adalah 99,67% dan 99,71% atau kekeruhan akhir sebesar 20,2 NTU dan 18 NTU.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum koagulan ekstrak biji kelor pada koagulasi limbah cair sintetik kaolin pH 3, 6, 10, dan 12 secara berturut-turut adalah 2 ml/L, 3ml/L, 2 ml/L, dan 4 ml/L. Penurunan kekeruhan optimum terjadi pada pH 6 karena berada di antara titik isoelektrik kaolin (pH ±3) dan juga protein (pH ±11), sehingga menghasilkan adanya penetralan muatan negatif dari kaolin oleh muatan positif dari protein. Penurunan kekeruhan pada koagulasi pH limbah 3, 6, 10, dan 12 belum dapat disimpulkan secara pasti karena ada interferensi dari sifat *settling* kaolin.

DAFTAR PUSTAKA

American Water Works Association (2010) *Principles and Practices of Water Supply Operations: Water Treatment*, Edisi 4. USA: AWWA.

Chukwudi, B.C. (2008). Settling Behavior of Kaolinite Clay in the Absence of Flocculant. *The*

Pacific Journal of Science and Technology, *9*(1), 212-218.

DeWolfe, J., Dempsey, B. dan Potter, J. W. (2003). *Guidance Manual of Coagulant Changeover*. USA: Awwa Research Foundation.

Gassenschmidt, U., Jany, K. D., Tauscher, B. dan Niebergall, H. (1995). Isolation and Characterization of a Flocculating Protein from Moringa Oleifera Lam. *Biochimica et Biophysica Acta*, *1234*(13), 477-481.

Gidde, M.R., Bhalerao, A.R. dan Malusare, C.N. (2012). Comparative Study of Different Forms of Moringa Oleifera Extracts for Turbidity Removal, *International Journal of Engineering Research and Development*, *2*(1), 14-21.

Kurita Editorial Comitte (1999) *Kurita Handbook of Water Treatment*. Jepang: Kurita Water Industries.

Ndabigengsere, A., Narasiah, K.S. dan Talbot, B.G. (1995). Active Agents and Mechanism of Coagulation of Turbid Waters Using Moringa Oleifera. *Water Research*, *29*(2), 703-710.

Schroth, B. K. and Sposito, G. (1997). Surface Charge Properties of Kaolinite. *Clays and Clay Materials*, *45*(1), 85-91.

Somasundaran, P. (2006). *Encyclopedia of Surface and Colloid Surface*, Volume 2, Edisi 2. USA: CRC Taylor & Francis Group.

Wang, Lawrence. K., Yung-Tse Hung and Nazih K. Shammas. (2005). *Handbook of Environmental Engineering: Physicochemical Treatment Process*, Volume 3. New Jersey: Humana Press.