

Penggunaan Ekstrak Biji Kelor sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Cair Laundry

Lilis Hermida*, Joni Agustian, Bela Kurniasari

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. S. Brodjonegoro No. 1, Gedong Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, 35145, Indonesia.

*E-mail: lilis.hermida@eng.unila.ac.id.

Abstrak

Limbah cair *laundry* seringkali dibuang ke badan air tanpa diolah terlebih dahulu sehingga semakin lama dapat mencemari lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair laundry dengan menggunakan biokoagulan ekstrak biji kelor. Biokoagulan ekstrak biji kelor diperoleh dengan cara mengekstraksi biji kelor menggunakan larutan NaCl 1 M. Pengolahan limbah cair laundry dilakukan secara batch dengan cara mencampurkan berbagai dosis (20-160 ml/L) ekstrak biji kelor ke dalam 100 ml limbah cair laundry. Analisa pH, turbidity, COD dan fosfat pada limbah cair laundry dilakukan sebelum dan sesudah pengolahan. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin tinggi dosis biokoagulan semakin rendah pH limbah cair laundry. Turbidity menurun dari 561 NTU hingga 56 NTU apabila dosis ditingkatkan dari 20 hingga 80 ml/L, tetapi apabila dosis ditingkatkan lagi angka turbidity menjadi naik. Semakin tinggi dosis koagulan semakin rendah angka COD. Kandungan fosfat menurun dari 1,724 mg/L ke 0,836 mg/L apabila dosis biokoagulan dinaikan dari 20 hingga 40 ml/L, tetapi kandungan fosfat meningkat apabila dosis biokoagulan ditingkatkan lebih lanjut.

Kata kunci: biokoagulan, limbah cair laundry, COD, fosfat, turbidity

1. Pendahuluan

Usaha *laundry* di perkotaan semakin menjamur baik skala kecil maupun skala besar sehingga mampu meningkatkan ekonomi masyarakat. Namun limbah cair laundry yang dihasilkan seringkali dialirkan secara langsung ke saluran air atau badan sungai tanpa diolah terlebih dahulu (Ardiyanto dkk., 2016). Hal ini dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Limbah cair laundry mengandung fosfat, minyak, logam berat, dan zat-zat berbahaya dengan angka COD berkisar dari 186 mg/L hingga 2.418 mg/L (Ardiyanto dkk., 2016). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 nilai baku mutu limbah cair untuk angka COD adalah 180 mg/L. Dengan demikian angka COD dalam limbah cair laundry melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan. Tingginya angka COD

menandakan tingginya bahan organik dan anorganik dalam limbah cair *laundry* yang mengakibatkan rendahnya oksigen terlarut pada badan sungai sehingga ikan-ikan dan biota sungai lainnya mati karena kekurangan oksigen (Mulyaningsih, 2013).

Biji kelor jumlahnya sangat berlimpah di Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai biokoagulan. Kandungan dalam biji kelor bubuk yaitu air 8,943%, abu 3,441%, protein 47,031%, serat 6,8%, minyak 25,5%, dan karbohidrat 8,285% (Adesina et al., 2019). Al-Gheethi et al., (2017) membandingkan penggunaan koagulan $FeSO_4$ dan biokoagulan biji kelor dalam bentuk bubuk untuk pengolahan limbah cair *laundry*. Hasil penelitiannya didapatkan bahwa biokoagulan biji kelor mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan hingga mencapai

83,63%, dan menurunkan angka COD lebih baik dibandingkan dengan FeSO_4 .

Pada penelitian ini pengolahan limbah cair *laundry* menggunakan biokoagulan ekstrak biji kelor. Biokoagulan ekstrak biji kelor diperoleh dengan cara mengekstraksi biji kelor menggunakan larutan NaCl 1 M. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan dosis biokoagulan terhadap pH, kekeruhan, angka COD dan kandungan fosfat, pada limbah cair *laundry*.

2. Metodologi

2.1. Preparasi biokoagulan Biji kelor

Preparasi biokoagulan biji kelor mengikuti percobaan Sya'banah et al., (2020) yaitu biji kelor yang sudah tua diambil bijinya, kemudian dipilih biji berwarna putih dan dihaluskan dengan mortar. Biji kelor yang telah menjadi bubuk kemudian disaring dengan ayakan 20 mesh kemudian disimpan dalam wadah yang tertutup rapat.

2.2. Analisis Kadar Air Biokoagulan Biji kelor

Untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada biji kelor, maka dilakukan analisis kadar air dengan menggunakan alat *moisture Analyzer*. Biji kelor serbuk sebanyak 2 gr dimasukkan kedalam alat tersebut, kemudian sampel akan dibiarkan hingga lampu yang menyala padam dan didapatkan persentase kadar air pada pembacaan alat.

2.3. Ekstraksi Biji kelor dengan Pelarut NaCl

Sebanyak 1 g serbuk biji kelor yang telah dioven selama 1 jam diekstraksi dengan 100 mL NaCl 1 M dengan cara diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit, kemudian dilakukan penyaringan. Hasil penyaringan, yaitu filtrat (ekstrak biji kelor), digunakan sebagai biokoagulan pada pengolahan limbah cair *laundry*.

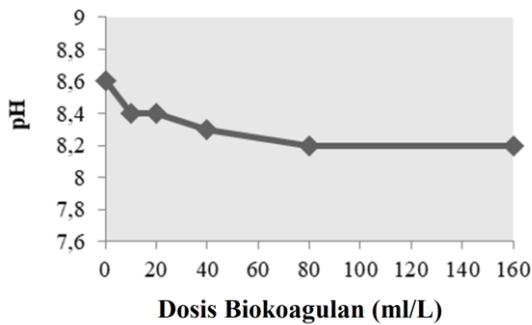
2.4 Pengolahan limbah cair *laundry* menggunakan biokoagulan ekstrak biji kelor

Parameter limbah cair *laundry* seperti pH, *Turbidity*, COD dan Fosfat dianalisa sebelum dilakukan pengolahan. Pengolahan limbah cair *laundry* dilakukan secara batch sebagai berikut: 100 ml limbah cair *laundry* ditambahkan ekstrak biji kelor dengan dosis yang bervariasi yaitu 10 ml/L, 20 ml/L, 40 ml/L, 80 ml/L dan 160 ml/L. Setelah itu pengadukan dilakukan dengan menggunakan *water bath shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit. kemudian dilanjutkan tahap pengadukan lambat dengan kecepatan 45 rpm selama 30 menit. Setelah itu dibiarkan mengendap selama 30 menit. Setelah itu dilakukan analisa pH, COD, *Turbidity* dan fosfat.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Pengaruh dosis biokoagulan ekstrak biji kelor terhadap pH

Pengaruh dosis biokoagulan ekstrak biji kelor terhadap pH limbah cair *laundry* dapat dilihat pada Gambar 1. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa pH limbah mengalami penurunan cepat dari 8,6 menjadi 8,4 dengan penambahan dosis biokoagulan 10 dan 20 mL/L. Kemudian penurunan pH mulai melambat pada penambahan dosis biokoagulan dari 40 hingga 160 mL/L dan pH 8,2 merupakan pH terendah. Menurut Aras et al., (2021) menjelaskan bahwa penurunan pH ini disebabkan oleh ion hidroksida pada air limbah bereaksi dengan gugus karboksil asam amino protein pada biji kelor yang kemudian melepaskan ion H^+ dalam suasana asam lemah.



Gambar 2. Pengaruh penambahan biokoagulan terhadap pH limbah cair *laundry*

Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa menggunakan biji kelor sebagai koagulan tidak mempengaruhi pH air yang diolah secara signifikan (Shan et al, 2017; Nhut et al., 2021) dan hal tersebut terbukti pada penelitian ini. Telah diketahui bahwa pH isoelektrik dari biji kelor ini berada antara 10-11, sehingga pada keadaan di bawah PI, maka permukaan biokoagulan akan bermuatan positif karena atom nitrogen dari protein dimer akan menerima proton dari air limbah (Nonfodji et al., 2020). Nilai pH yang diberikan oleh limbah akan mempengaruhi muatan dan struktur koagulan polimer karena gugus fungsinya menerima proton atau terdisosiasi (Nhut et al., 2021). Hasil perlakuan menunjukkan bahwa nilai pH limbah aman untuk dibuang ke lingkungan sesuai PP No.22 tahun 2021, karena baku mutu pH untuk limbah cair laundry adalah (6 – 9)

3.2 Pengaruh Dosis Biokoagulan Ekstrak Biji Kelor Terhadap *Turbidity*

Liimbah cair *laundry* sebelum diolah adalah sebesar 561 NTU (>100 NTU) tergolong limbah cair dengan tingkat kekeruhan yang tinggi (Dayarathne et al., 2021). Tingginya kekeruhan menandakan banyaknya bakteri dan virus yang terkandung dalam limbah cair tersebut yang dapat menimbulkan masalah kesehatan. Terlihat bahwa dengan menggunakan biokoagulan ekstrak biji menghasilkan persentase penyisihan *turbidity*

hingga 76,65% pada dosis 10 ml/L, 73,97% pada dosis 20 ml/L, 78,07% pada dosis 40 ml/L, dan menghasilkan penurunan tertinggi pada dosis 80 ml/L dengan persentase penyisihan yaitu 90,01% namun penyisihan turun menjadi 87,87% pada dosis biokoagulan 160 ml/L.

Tabel 1. Pengaruh penambahan dosis biokoagulan terhadap *Turbidity*

Dosis (ml/L)	<i>Turbidity</i> (NTU)	% Penurunan
0	561	-
10	131	76,65
20	146	73,97
40	123	78,07
80	56	90,01
160	68	87,87

Biji kelor yang diekstrak dapat menurunkan nilai kekeruhan air dikarenakan adanya aktif agen yakni protein kationik (Andarde et al., 2020). Hasil analisis asam amino dan *sequencing*-nya menunjukkan total 60 residu dan peptida yang telah dilaporkan ke database protein dan diberi nama MO2.1 (SwissProt ID: P24303) (Nhut, et al, 2021; Saleh et al, 2020). Dijelaskan juga bahwa bahan aktif ini mengandung muatan positif yang mengandung 7 arginin, 1 histidin dan 14 residu glutamin yang bertanggung jawab untuk proses koagulasi (Saleh et al, 2020). Adapun mekanisme penghilangan kekeruhan ini adalah dengan cara mengadsorpsi dan netralisasi muatan partikel koloid (Nhut et al., 2021). Ion *zwitterion* positif yang dihasilkan biji kelor akan menghasilkan ikatan hidrogen dengan partikel tersuspensi di dalam air dan menstabilkan muatan koloid sehingga terjadi destabilisasi muatan yang akhirnya membentuk flok dan mengendap (Kusumawati et al., 2020). Dengan meningkatnya dosis koagulan ini maka penghilangan kekeruhan akan semakin baik dikarenakan semakin

banyak ion positif yang terbentuk untuk menetralisasi koloid (Desta et al, 2021).

Tabel 1 juga menunjukkan pada dosis optimum biokoagulan ekstrak biji kelor yaitu 80 mL/L *turbidity* limbah cair laundry mencapai 56 NTU. Apabila dosis biokoagulan dinaikan hingga 160 mL/L, nilai kekeruhan meningkat menjadi 68 NTU. Hal ini disebabkan kelebihan dosis yang ditambahkan pada air yang diolah tidak dapat mengikat koloid dikarenakan koloid tersebut sudah berikatan dengan dosis yang optimum (Saleh et al, 2020). Ketika jumlah kation (ekstrak biji kelor) yang ditambahkan ke dalam air yang diolah berlebih dari jumlah anion (zat pengotor) pada air, maka kation tersebut dapat menyebabkan air menjadi keruh karena tidak adanya partikel bermuatan negatif untuk berinteraksi (Desta et al., 2021).

Penggunaan konsentrasi NaCl 1 M untuk mengekstraksi protein yang terkandung pada biji kelor didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Bouchareb et al., (2021) yang menyatakan bahwa konsentrasi 1 M merupakan kondisi optimum NaCl sebagai pelarut. Dengan meningkatkan kelarutan protein biji kelor, maka dosis koagulan yang diperlukan untuk mencapai titik optimum lebih sedikit. Tunggolou et al., (2017) melaporkan bahwa menggunakan biji kelor sebagai biokoagulan koagulan dapat menghasilkan penyisihan *turbidity* yang sangat baik pada air dengan tingkat kekeruhan yang tinggi. Namun dengan menggunakan ekstrak biji kelor ini juga dapat bekerja dengan baik pada air dengan tingkat kekeruhan yang rendah (Nhut et al., 2021). Sehingga kelor dapat dijadikan alternatif untuk menggantikan koagulan kimia seperti tawas untuk penghilangan kekeruhan pada badan air.

3.3 Pengaruh Dosis Biokoagulan Ekstrak Biji Kelor Terhadap COD

Nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang tinggi pada air limbah mengindikasikan bahwa pada air tersebut mempunyai beban pencemaran lingkungan yang tinggi apabila langsung dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu (Rosmawanie et al., 2018). COD ini perlu dilakukan pengukuran pada air limbah untuk mengetahui kandungan oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik pada air (Marobhe et al, 2021). Pada air limbah *laundr*, angka COD yang tinggi dikarenakan adanya senyawa pada detergen yang menyebabkan peningkatan tingkat reaksi kimia antar bahan organik (Al-Gheeti et al., 2015).

Seperti yang terlihat pada Tabel 2, secara umum semakin tinggi dosis biokoagulan semakin rendah angka COD. Angka COD terendah yaitu 1300 dengan persentase penyisihan sebesar 53,98% dicapai pada dosis biokoagulan tertinggi 160 mL/L. Namun angka COD tersebut belum memenuhi baku mutu limbah. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut agar diperoleh angka COD yang memenuhi baku mutu

Tabel 2. Pengaruh doosis biokoagulan terhadap angka COD

Dosis (mL/L)	COD (mg/L)	% Penyisihan
0	2825	-
10	1625	42,47
20	1550	45,13
40	1525	46,01
80	1425	49,55
160	1300	53,98

Mekanisme yang terjadi pada penggunaan biokoagulan ekstrak biji kelor untuk menghilangkan polutan yang terkandung di dalam air adalah dengan adsorpsi dan netralisasi muatan (Nonfodji et al., 2020). Menurut Nhut et al., (2021) kemampuan ekstrak biji kelor untuk menghilangkan bahan organik adalah karena berat

molekul rantai panjang biokoagulan yang mengakibatkan adsorpsi bahan organik. Bongiovani et al, (2014) menjelaskan bahwa mekanisme penghilangan bahan organik pada air yang diolah dengan menggunakan natural koagulan terjadi melalui destabilisasi koloid dan adsorpsi.

3.2 Pengaruh Dosis biokoagulan Ekstrak Biji Kelor Terhadap Fosfat

Hasil penyisihan fosfat pada limbah *laundry* dengan menggunakan koagulan ekstrak biji kelor terlihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Penambahan dosis koagulan ekstrak terhadap Fosfat limbah cair *laundry*

Dosis (mL/L)	Fosfat (mg/L)	% Penyisihan
0	1,724	-
10	0,463	73,12
20	0,494	71,32
40	0,497	71,13
80	0,836	51,49
160	1,324	23,19

Terlihat bahwa dosis optimum untuk mencapai persentase penyisihan tertinggi adalah 10 mL/L. Konsentrasi fosfat menurun dari konsentrasi fosfat mula-mula 1,724 mg/L menjadi 0,463 mg/L Pada penelitian ini terlihat bahwa pada dosis koagulan 10 mL/L hingga 80 mL/L masih menghasilkan persentase penyisihan fosfat yang sangat baik yaitu sekitar 71% dan 51%. Interaksi yang terjadi dengan menggunakan biokoagulan ekstrak biji kelor ini adalah polielektrolit kationik (NH_3^+) dari protein dan fosfat (H_2PO_4^-) akan saling menetralkan sehingga akan membentuk flok dan kemudian mengendap. Aboagye et al., (2021) menjelaskan bahwa biji kelor mempunyai kemampuan yang baik untuk menghilangkan kandungan anion pada air. Adanya situs aktif pada biji kelor juga dijelaskan menjadi tempat penyerapan fosfat.

4. Kesimpulan

Penelitian pengolahan limbah cair *laundry* dilakukan dengan cara menambahkan ekstrak biji kelor dengan berbagai variasi dosis (20-160 mL/L) ke dalam 100 ml limbah cair *laundry*. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin tinggi dosis

biokoagulan semakin rendah pH limbah cair *laundry*. Pada dosis 160 mL/L diperoleh pH terendah yaitu 8,2. Angka turbidity terendah yaitu 56 NTU diperoleh pada dosis koagulan 80 mL/L. Semakin tinggi dosis biokoagulan semakin rendah angka COD. Angka COD terendah yang dapat dicapai adalah 1300. Kandungan fosfat terendah yaitu 0,836 mg/L dapat dicapai pada dosis biokoagulan 40 mL/L

Daftar pustaka

- Aboagye, G., Navele, M., & Essuman, E. (2021) Protocols for assessing antibacterial and water coagulation potential of *Moringa oleifera* seed powder, *MethodsX*, 8, 101283
- Adesina, O.A., Abdulkareem, F., Yusuff, A.S., Lala, M., Okewale, A. (2019) Response surface methodology approach to optimization of process parameter for coagulation process of surface water using *Moringa oleifera* seed, *South African Journal of Chemical Engineering*, 28, 46–51
- Al-Gheethi, A. A., Mohamed, R. M. S. R., Rahman, M. A. A., Johari, M. R., & Kassim, A. H. M. (2015) Treatment of Wastewater from Car Washes Using Natural Coagulation and Filtration System, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 136(1).
- Al-Gheethi, A.A., Mohamed, R.M.S.R., Wurochekke, A.A., Nurulainee, N.R., Rahayu J.M, Hashim M.K.A. (2017) Efficiency of *Moringa oleifera* Seeds for Treatment of Laundry Wastewater. *MATEC Web of Conferences* 103, 06001, ISCEE
- Andrade, P.V., Palanca, C. F., de Oliveira, M. A. C., Ito, C. Y. K., & dos Reis, A. G. (2021) Use of *Moringa oleifera* seed as a natural coagulant in domestic wastewater tertiary treatment: Physicochemical, cytotoxicity and bacterial load evaluation. *Journal of Water Process Engineering*, 40, 1-11.
- Aras, N.R.M., Asriani. (2021) The Effectiveness of *Moringa oleifera* L. Seeds as A Biocoagulant in Reducing Liquid Waste of The Soft Drink Industry, *Journal Saismat*, 10, 42-52.

- Ardiyanto, P., Yuantari, M.G.C.(2016) Analisis limbah laundry informal dengan tingkat pencemaran lingkungan di kelurahan Muktiharjo Kidul kecamatan Pedurungan Semarang, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1-12
- Bongiovani, M.C., Camacho, F.P., Nishi, L., Coldebella, P.F., Valverde, K.C., Vieira, A.M., Bergamasco, R. (2014) Improvement of the coagulation/flocculation process using a combination of Moringa oleifera Lam with anionic polymer in water treatment. *Environmental Technology*. Vol. 35, No. 17, 2227–2236
- Bouchareb, R., Derbal, K., Benalia, A. (2021) Optimization of active coagulant agent extraction method from Moringa Oleifera seeds for municipal wastewater treatment, *Water Science and Technology*, 84(2), 393–403.
- Dayarathne, H.N.P., Angove, M.J., Aryal, R., Abuel-Naga., H., Mainal., M. (2021) Removal of natural organic matter from source water: Review on coagulants, dual coagulation, alternative coagulants, and mechanisms, *Journal of Water Process Engineering*, 40, 101820
- Desta, W. M., Bote, M. E. (2021) Wastewater treatment using a natural coagulant (Moringa oleifera seeds): optimization through response surface methodology, *Heliyon*, 7, 1-11.
- Kusumawati, E., Keryanti, Widyanti, E.M., Waluya, F., Risnawati.(2020) Production of Powdered Bio-coagulant from Moringa oleifera Seeds Using Vacuum Drying Method. *Advances in Engineering Research*, 198, 365-370
- Marobhe, N.J., Fredrick, S., & Shadrack, M. S. (2021) Potential of Moringa oleifera seeds and fuel wood ash as adsorbent of dye and organic matter in wastewater from batik producing enterprises. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 13(2), 97–107.
- Mulyaningsih, D. (2013) Pengaruh Efektiv Mikroorganismre MS-4 (EM-4) terhadap penurunan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Limbah Cair Industri Tahu. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Nhut, H.T., Hung, N. T. Q., Lap, B. Q., Han, L. T. N., Tri, T. Q., Bang, N. H. K., Hiep, N. T., & Ky, N. M. (2021) Use of Moringa oleifera seeds powder as bio-coagulants for the surface water treatment, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(8), 2173–2180.
- Nonfodji, O.M., Fatombi, J.F., Ahoyo, T.A., Oseni, S.A., Aminou, T. (2020) Performance of Moringa oleifera seeds protein and Moringa oleifera seeds protein-polyaluminum chloride composite coagulant in removing organic matter and antibiotic resistant bacteria from hospital wastewater, *Journal of Water Process Engineering*, 33, 101-103.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah
- Rosmawanie, M., Mohamed, R., Al-Gheethi, A., Pahazri, F., Amir-Hashim, M. K., Nur-Shaylinda, M. Z. (2018). Sequestering of pollutants from public market wastewater using Moringa oleifera and Cicer arietinum flocculants, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(2), 2417–2428.
- Saleh,S.S., El-Shayeb, N.S.A., Ibrahim, A. H.(2020) Change of Surface Charge of Moringa olifera Seeds Powder and their Effects on Protein Binding Lead (II). *Middle East Journal of Applied Sciences*, 10, 250-262.
- Shan, T. C., Matar, M. al, Makky, E. A., Ali, E. N. (2017) The use of Moringa oleifera seed as a natural coagulant for wastewater treatment and heavy metals removal, *Applied Water Science*, 7(3), 1369–1376.
- Sya'banah, N., Yulianti, E., Istighfarini,V.N., Lutfia, F.N.L.(2020) Characterization and Effectiveness of Moringa Oleifera Seeds Extract as a Phosphate Coagulant, *Jurnal Neutrino:Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 12(2),57-54

Tunggolou, J., Payus, C. (2017) Application of Moringa oleifera plant as water purifier for drinking water purposes, *Journal of Environmental Science and Technology*, 10, 268–275.