

Analisis Parameter Kimia Kinerja Koagulan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dalam Pengolahan Limbah Cair

Sinardi^{1*}, ST. Ica. HT², A. Sry Iryani¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Fajar, Makassar.

²Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Penyakit (BTKL PP) Kelas 1 Makassar

*sinardi@unifa.ac.id

Abstrak— Limbah cair rumah tangga mengandung berbagai macam polutan, diantaranya bahan organik yang bisa menyebabkan pencemaran air dan pencemaran tanah. Salah satu metode pengolahan limbah cair rumah tangga yang efektif adalah dengan menggunakan koagulan yang berfungsi untuk menggumpalkan partikel-partikel tersuspensi dalam air. Partikel-partikel ini kemudian dapat diendapkan dan dibuang. Biji kelor merupakan salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai koagulan. karena mengandung senyawa aktif yang memiliki sifat koagulan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis parameter kimia kinerja koagulan biji kelor dalam pengolahan limbah cair rumah tangga. Penelitian ini dilakukan di menggunakan limbah cair rumah tangga yang berasal dari rumah tangga di sekitar Jl. Banta Bantaeng Kelurahan Rappocini, Kota Makassar. Parameter kimia yang dianalisis adalah pH, BOD, dan COD. Metode yang digunakan adalah percobaan jar test dengan menganalisis perubahan parameter kimia sebelum dan setelah proses koagulasi. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa koagulan biji kelor merupakan alternatif yang efektif dan ramah lingkungan untuk pengolahan limbah cair rumah tangga.

Kata Kunci — *Moringa oleifera*, Koagulan, Parameter Kimia, Limbah Cair.

Abstract— Pollutants found in household liquid waste include organic matter, which can pollute water and soil. In order to treat household liquid waste, coagulants that agglomerate particles suspended in water are used. It is possible to precipitate these particles for disposal after they have been precipitated. A natural coagulant can be obtained from moringa seeds. Because it contains active compounds that have coagulant properties. This study aims to analyze the chemical parameters of moringa seed coagulant performance in household liquid waste treatment. This research was conducted using household liquid waste originating from households around Jl. Banta Bantaeng, Rappocini Village, Makassar City. The chemical parameters analyzed are pH, BOD, and COD. The method used is a jar test experiment by analyzing changes in chemical parameters before and after the coagulation process. Based on the results of this study, it can be concluded that moringa seed coagulant is an effective and environmentally friendly alternative to household liquid waste treatment.

Keywords — *Moringa oleifera*, Coagulants, Chemical Parameters, Liquid Waste.

I. PENDAHULUAN

Limbah cair rumah tangga adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari di rumah tangga, seperti air bekas mandi, air bekas cucian, dan air bekas memasak. Limbah ini mengandung bahan organik tinggi seperti *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) [1], [2]. Kandungan bahan organik yang tinggi menyebabkan eutrofikasi yaitu proses

pertumbuhan alga yang berlebihan di perairan. Alga ini dapat menyerap oksigen terlarut dalam air, sehingga menyebabkan kekurangan oksigen bagi biota air lainnya [3]. Bahan organik yang terkandung dalam limbah cair yang dibuang ke tanah dapat menyebabkan pencemaran tanah karena dapat terurai oleh mikroorganisme, sehingga menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat meracuni tumbuhan dan hewan [1]. Bahan

organik yang terkandung dalam limbah cair juga dapat mengandung bakteri dan virus yang dapat menyebabkan penyakit bagi manusia [4].

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode koagulasi. Koagulasi merupakan proses penggumpalan partikel-partikel tersuspensi dalam air dengan penambahan bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan dalam proses koagulasi disebut koagulan [5]. Biji kelor (*Moringa oleifera* L.) telah banyak diteliti sebagai koagulan alami untuk pengolahan limbah cair termasuk limbah cair rumah tangga [6][7][8]. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis parameter kimia terhadap kinerja koagulan biji kelor untuk menurunkan pH dan menyisihkan BOD dan COD.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian bersifat eksperimen skala laboratorium menggunakan limbah cair rumah tangga yang berasal dari rumah tangga di sekitar Jl. Banta Bantaeng Kelurahan Rappocini, Kota Makassar. Biji kelor yang digunakan dihaluskan dan berbentuk serbuk ukuran 80 mesh.



Gambar 1. Serbuk Biji Kelor

Alat yang di gunakan dalam penelitian ini: jar test; gelas beker; erlenmeyer; blender; ayakan; stirer, gelas ukur; pH meter; Inductively coupled plasma (ICP), Spektrofotometer UV-Vis; timbangan; pengaduk. Bahan yang digunakan: biji buah kelor dan limbah cair.

Variabel penelitian terdiri dari variabel tetap meliputi: waktu pengendapan; kecepatan pengadukan; dan waktu pengadukan. Variabel berubah meliputi: konsentrasi koagulan biji kelor: 1 gr, 5 gr, 10 gr, 15 gr, dan 25 gr.

Preparasi Sampel

Disiapkan 2 liter air limbah kemudian di tambahkan serbuk buah kelor sebagai koagulan

dengan variasi berat yaitu 1 gr, 5 gr, 10 gr, 15 gr, dan 25 gr, lalu diaduk dengan kecepatan pengadukan 10 rpm dengan waktu pengadukan 20 menit dan di endapkan selama 8 jam dan 20 jam.



Gambar 2. Sampel Limbah Cair Rumah Tangga sebelum Pengolahan

Pengukuran pH (*Potensial of Hidrogen*) sampel dibaca menggunakan pengukur pH meter digital dan dilakukan untuk setiap sampel dan blanko. Setelah angka digital ditampilkan dalam kondisi stabil, nilai pH dibaca.

Analisis BOD

Sampel dalam botol wingkler 300 ml, aerasi bila perlu, tambahkan larutan nutrisi, aerasi botol Wingcler yang telah diisi sebelumnya hingga penuh, kemudian tambahkan 1 ml masing – masing H_2O_2 dan reagen $MnSO_4$, lalu homogenkan, diamkan, tambahkan 1 ml larutan H_2SO_4 , homogenkan kembali, titrasi dengan larutan natrium $Na_2S_2O_3$ tiosulfat hingga kuning pucat, tambahkan 3 tetes indikator kanji, titrasi dengan natrium tiosulfat sampai larutan bening dan di catat hasil titrasinya.

Analisis COD

Analisis COD dilakukan dengan metode instrumental, yaitu sampel diambil dengan pipet, cairan pencernaan ditambahkan, larutan pereaksi asam sulfatsecukupnya ditambahkan ke dalam tabung reaksi atau ampul, tabung reaksi ditutup dan dikocok perlahan. sampai homogen, tabung reaksi direfluks, lalu dipanaskan 2 jam pada $150^\circ C$. Setelah 2 jam, dinginkan sampel hingga suhu kamar, biarkan suspensi mengendap dan pastikan area pengukuran benar-benar transparan terhadap nilai COD.

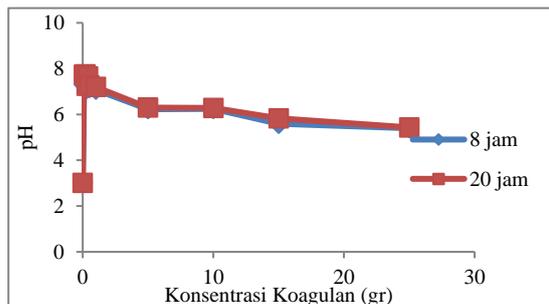
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel limbah cair yang diambil dalam satu waktu (*grab sample*) terlebih dahulu dilakukan pengujian awal berkaitan kualitas limbah cair. Berikut kualitas limbah cair yang digunakan terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kimia Limbah Cair Rumah Tangga

Parameter	Hasil	Standar Baku Mutu
pH	3,01	6 – 9
BOD	257,212 mg/L	30 mg/L
COD	494,64 mg/L	100 mg/L

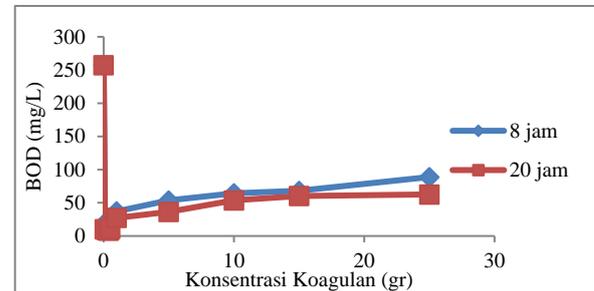
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, parameter kimia limbah cair tidak memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Walikota Makassar Nomor 32 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik. Parameter pH di bawah baku mutu dan parameter BOD dan COD di atas baku mutu sehingga diperlukan pengolahan sebelum limbah cair di buang ke lingkungan.



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Koagulan terhadap pH Limbah Cair

Gambar 3 menunjukkan pengaruh pH terhadap konsentrasi koagulan dan lama pengendapan. pH mengalami kenaikan dengan pada konsentrasi koagulan 1 gr yaitu 7,08 pada 8 jam pengendapan dan 7,20 pada 20 jam pengendapan. Hal ini terjadi karena tidak stabilnya ion karboksilat dan proton pada koagulan serta ion H⁺ sehingga bisa terjadi ikatan kembali antar ion tersebut (reaksi balik) sehingga derajat keasaman (pH) naik. Pada konsentrasi 5 gr, 10 gr, 15 gr, dan 25 gr, pH mengalami penurunan. Hal ini karena semakin besar konsentrasi koagulan maka semakin banyak proses hidrolisis dalam air, dan semakin banyak

ion H⁺ yang terionisasi dalam air, sehingga membuat nilai pH semakin rendah (asam) [9]. Selain itu penurunan pH juga disebabkan oleh asam amino yang terkandung pada biji kelor terionisasi, menghasilkan ion karboksilat dan proton [10].



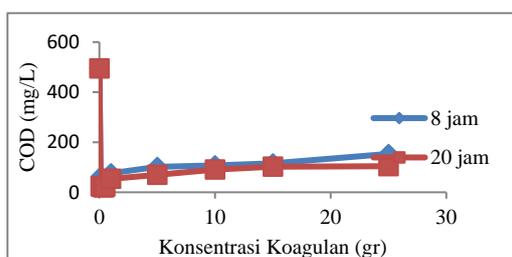
Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Koagulan terhadap BOD Limbah Cair

Berdasarkan hasil pengamatan, penurunan konsentrasi BOD limbah cair optimum pada konsentrasi koagulan 15 gr dengan waktu pengendapan 8 jam yaitu sebesar 10,91 mg/L dan waktu pengendapan 20 jam sebesar 8,12 mg/L dengan persen penyisihan 95,7 % dan 96,8 %. Pengaruh konsentrasi koagulan biji kelor terhadap BOD limbah cair bersifat linier, yaitu semakin tinggi konsentrasi koagulan, maka semakin besar pula penurunan BOD. Hal ini disebabkan karena koagulan biji kelor berfungsi untuk menggumpalkan partikel-partikel tersuspensi dan bahan organik yang terlarut dalam limbah cair. Partikel-partikel yang menggumpal ini akan lebih mudah mengendap dan terpisah dari air, sehingga kandungan BOD dalam limbah cair akan berkurang. [11], [12].

Begitu pula dengan penambahan diatas 1 gram terjadi kenaikan nilai BOD. Kenaikan nilai BOD akan membawa dampak menurunnya kandungan oksigen terlarut dari limbah. Pada penelitian Rustiah (2018) efektifitas serbuk biji kelor pada masing masing variasi berat koagulan yang paling optimal menyerap terjadi pada 2,4 gram sedangkan pada penambahan koagulan dengan berat 3 gr kadar BOD kembali meningkat [11]. [12] Sedangkan pada penelitian Rofa at all (2019) titik optimum untuk menurunkan nilai BOD pada penambahan koagulan dosis 5 gr, menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis koagulan yang diberikan maka semakin besar penurunan kadar

BOD pada sampel. Dalam penelitian ini peningkatan nilai BOD pada air bersih dan air sumur masih dalam baku mutu air limbah Peraturan menteri lingkungan hidup dan kesehatan RI Nomor P.68/Menlhk/Kum.I/8/2016.

Penelitian ini memperlihatkan koagulan biji kelor sebagai koagulan dimana menggunakan variasi dosis untuk mengetahui nilai optimum terhadap nilai COD pada sampel dan pengukuran dilakukan dengan Spektrofotometer UV- vis. Pada air limbah dosis optimum untuk waktu pengendapan 8 jam dan 20 jam pada dosis 15 gr dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Koagulan terhadap COD Limbah Cair

Pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa penurunan optimum nilai COD dengan waktu pengendapan 8 jam dan 20 jam pada penambahan koagulan 15 gr dari 494 mg/L turun menjadi 25,38 mg/L dan 19,82 mg/L. Penambahan koagulan biji kelor pada proses koagulasi untuk menurunkan kadar COD menurun, hal ini disebabkan adanya kandungan detergen. Salah satu bahan deterjen terdiri dari zat adiktif atau zat aditif berupa pelunak yang mengandung senyawa natrium yang dapat menguras kandungan oksigen air. Dimana tingginya nilai COD dalam limbah dapat mengakibatkan tidak adanya kehidupan biota air. Pada penelitian Haslinah A (2020) menunjukkan bahwa Penyisihan COD terendah diperoleh pada konsentrasi 1000 mg/L dengan persentase penyisihan 47,3%, hal tersebut disebabkan konsentrasi koagulan yang diberikan tidak cukup untuk menetralkan partikel koloid penyebab kekeruhan yang terdispersi pada air limbah. Penyisihan optimum diperoleh pada konsentrasi 4000 mg/L dengan persentase penyisihan 86,4%. penurunan persentase COD dari kondisi optimum yaitu pada konsentrasi 5000 mg/L, penurunan

tersebut disebabkan karena pada konsentrasi tersebut sudah melebihi konsentrasi optimum yang mengakibatkan tidak terjadi lagi pengikatan partikel koloid yang ada pada air limbah yang berbeda muatan. Hal ini tentu saja mengakibatkan flok-flok yang telah terbentuk menjadi pecah kembali, yang membuat persentase COD pada air limbah kembali menurun.

Pengaruh konsentrasi koagulan biji kelor terhadap COD limbah cair rumah tangga juga bersifat linier, yaitu semakin tinggi konsentrasi koagulan, maka semakin besar pula penurunan COD. Hal ini disebabkan karena koagulan biji kelor berfungsi untuk menggumpalkan partikel-partikel tersuspensi dan bahan organik yang terlarut dalam limbah cair. Partikel-partikel yang menggumpal ini akan lebih mudah mengendap dan terpisah dari air, sehingga kandungan COD dalam limbah cair akan berkurang.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dosis optimum koagulan biji kelor untuk menurunkan COD limbah cair rumah tangga adalah berkisar antara 2-5 gram per liter limbah. Pada dosis ini, penurunan COD dapat mencapai 50-70%. Dosis koagulan yang terlalu rendah tidak akan efektif untuk menurunkan COD, sedangkan dosis koagulan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pengendapan yang berlebihan dan dapat menurunkan kualitas air hasil pengolahan. [13], [14].

IV. KESIMPULAN

Analisis parameter kimia kinerja koagulan biji kelor dalam pengolahan limbah cair rumah tangga memperlihatkan bahwa:

1. Koagulan biji kelor mampu menurunkan pH limbah cair rumah tangga pada konsentrasi koagulan 1 gr yaitu 7,08 pada 8 jam pengendapan dan 7,20 pada 20 jam pengendapan.
2. Penurunan BOD limbah cair rumah tangga optimum pada konsentrasi koagulan 15 gram dengan waktu pengendapan 8 jam yaitu sebesar 10.91 mg/L dan waktu pengendapan 20 jam sebesar 8,12 mg/L dengan persen penyisihan 95,7 % dan 96,8 %.
3. Penurunan COD limbah cair rumah tangga optimum pada konsentrasi 15 gr dari 494

mg/L turun menjadi 25,38 mg/L dan 19,82 dengan waktu pengendapan 8 jam dan 20 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Setyawati, S. S. LA, and S. Andjar Sari, "Penerapan Penggunaan Serbuk Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu di Sentra Industri Tahu Kota Malang," *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 21–31, Dec. 2019, doi: 10.36040/industri.v8i1.669.
- [2] D. Lisa, E. Fikri, and R. Rojali, "Penggunaan Koagulan Kombinasi Bubuk Biji Moringa Oleifera Dan Bubuk Biji Tamarindus Indica Dalam Menurunkan Kadar COD Dan TSS Limbah Cair Tahu," *J. Kesehatan. Lingkungan. Indones.*, vol. 21, no. 3, pp. 266–273, Oct. 2022, doi: 10.14710/jkli.21.3.266-273.
- [3] K. Helen, H. Hasyim, and Najmah, "Efektifitas Koagulan Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Daya Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Pada Pengolahan Air Limbah Minyak Goreng Restoran Cepat Saji X di Palembang," *Ilmu Kesehat. Masy.*, vol. 3, no. 01, pp. 47–54, 2012.
- [4] A. Hak, Y. Kurniasih, and H. Hatimah, "Efektivitas Penggunaan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, Lam) sebagai Koagulan untuk Menurunkan Kadar TDS dan TSS dalam Limbah Laundry," *Hydrog. J. Kependidikan Kim.*, vol. 6, no. 2, p. 100, Jan. 2019, doi: 10.33394/hjkk.v6i2.1604.
- [5] M. P. Sinaga and A. F. Simanullang, "Pengolahan Limbah Cair Industri Rumah Tangga dengan Adsorpsi dan Pretreatment Netralisasi dan Kualulasi di Sungai Pematang Siantar," *J. Ilmu Perikan. dan Kelaut.*, vol. 4, no. 3, pp. 126–137, 2022.
- [6] Firmansyah and Sumarni, "Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Alami dalam Pengolahan Limbah Cair," *J. Inov. Proses*, vol. 7, no. 1, pp. 26–32, 2022.
- [7] A. S. Agustina, S. Karneng, S. Chadijah, and W. O. Rustiah, "Penentuan Konsentrasi Optimum Koagulan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, Lamk) pada Air di Wilayah UIN Alauddin Makassar," *Scedule (Sciences Educ. Learn. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 97–101, 2022.
- [8] A. Zakaria *et al.*, "Penentuan Kondisi Optimum Koagulan Poli Alumunium Klorida Metode Jar Test Berdasarkan Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah menggunakan Response Surface Method," *War. AKAB*, vol. 47, no. 1, pp. 28–32, Jul. 2023, doi: 10.55075/wa.v47i1.181.
- [9] Rusdi, T. B. P. Sidi, and R. Pratama, "Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pengendapan Biji kelor Terhadap pH, Kekeruhan, dan Warna Air Waduk Krenceng," *J. Integr. proses*, vol. 5, no. 1, pp. 46–50, 2014, doi: <http://dx.doi.org/10.36055/jip.v5i1.34>.
- [10] Irmayana, E. P. Hadisantoso, and S. Isnaini, "Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil Kulit," *Istek*, vol. X, no. 2, pp. 52–67, 2017.
- [11] W. Rustiah and Y. Andriani, "Analisis Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, Lamk) dalam Menurunkan Kadar COD dan BOD pada Air Limbah Jasa Laundry," *Indo. J. Chem. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 96–100, Jan. 2018, doi: 10.30598/ijcr.2018.5-wao.
- [12] A. Ro'fa, M. Savira, A. Putri, and N. L. Syakbanah, "Analisis Komparasi Penggunaan Biokoagulan dari Ekstrak Biji Kelor dan Biji Asam Jawa pada Limbah Cair Pabrik Tahu APL Nglebur Lamongan," *Tahun*, vol. 7, no. 1, pp. 8–19, 2023, doi: <https://doi.org/10.30736/7ijev.v7i1.407>.
- [13] D. K. Wibawarto, Syafrudin, and W. D. Nugraha, "Studi Penurunan Turbidity, TSS, COD menggunakan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Nanobiokoagulan dalam Pengolahan Limbah Domestik (*Grey Water*)," p. 282, 2008.
- [14] A. Haslinah, "Ukuran Partikel dan Konsentrasi Koagulan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) terhadap Penurunan Persentase COD dalam Limbah Cair Industri Tahu," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 15, no. 01, pp. 50–53, Sep. 2020, doi: 10.47398/iltek.v15i01.510.