

SINTESA BIOKOAGULAN DARI CHITOSAN DAN BIJI KELOR (*MORINGA OLEIFERA*) UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN SENYAWA ORGANIK DALAM LIMBAH CAIR TAHU

Putri Destia Safitri^{1,*}, Satriananda², Adriana³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
24301 Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

*e-mail: puridestialsm1010@gmail.com

Abstract

Tofu liquid waste contains high organic compounds that potential to pollute water bodies, so it must be treated before being discharged into the environment. This research investigated the processing of tofu liquid waste using natural coagulants Chitosan and Moringa seeds to remove organic compounds in tofu wastewater. The ratio of chitosan to moringa seeds was varied 0:100; 25:75; 50:50; 75:25 and 100:0%. Jar test method has been employed to conduct the experiment, in which the process of fast stirring was 120 rpm for 1-minute, slow stirring was 20 rpm for 20 minutes, and settling time were varied for 1, 2 and 3 hours. The variables measured include Chemical Oxygen Demand (COD), turbidity, pH and Total Dissolved Solid (TDS). The best results were obtained at a coagulant ratio of 100:0 with a weight of 1 gram of chitosan and 0 gram of Moringa seeds at a deposition time of 3 hours. Under these conditions the removal of COD reached 71.87%, turbidity removal 81.65%, pH 5.7 and TDS removal 76.32%.

Keywords: Biocoagulants, chitosan, COD, jar test, moringa seeds, turbidity

PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan tradisional berbahan dasar kedelai yang sehat dan bergizi serta digemari oleh hampir semua lapisan masyarakat. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat 38% kedelai dikonsumsi dalam bentuk tahu, dengan rata-rata konsumsi sebesar 0,158 kg per minggu pada tahun 2021.

Industri tahu umumnya merupakan industri kecil skala rumah tangga namun menghasilkan limbah dalam skala besar dan sebagian besar industri tahu tidak memiliki unit pengolahan limbah. Industri tahu menghasilkan limbah padat berupa ampas tahu yang umumnya digunakan untuk pembuatan oncom dan bahan pakan ternak, sedangkan limbah cairnya langsung dialirkan ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Untuk memproduksi satu ton tahu, dihasilkan limbah cair sebanyak 3.000 –

5.000 liter. Limbah cair tersebut mengandung zat organik berupa 40-60% protein, 25-50% karbohidrat, 10% lemak dan padatan tersuspensi lainnya. Zat-zat tersebut dapat mengalami perubahan fisika, kimia dan hayati yang akan menghasilkan zat-zat toksik bagi lingkungan [1].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu teknologi pengolahan agar limbah cair tersebut dapat diperbaiki kualitasnya, sehingga tidak menyebabkan pencemaran lingkungan.

Beberapa metode pengolahan telah dilakukan untuk mengurangi parameter yang merugikan dalam limbah cair industri tahu. Pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan koagulan tawas telah dilakukan yang menghasilkan pembentukan flok-flok yang mengendap membentuk *sludge*, namun flok tersebut jika dibuang ke lingkungan tidak dapat terurai secara hayati

dan belum ditemukan nilai penurunan BOD yang signifikan [2].

Pengolahan limbah cair tahu dengan cara aerasi dan filtrasi juga telah dilakukan oleh para peneliti. Hasil yang didapat terjadi penurunan COD dan turbiditas yang cukup signifikan, namun terdapat beberapa penyimpangan pada dosis koagulan, dimana koagulan tersebut tidak terkoagulasi secara sempurna, menyebabkan kenaikan *turbidity* [3].

Beberapa bahan pembuatan koagulan alami cukup melimpah dan mudah didapat seperti eceng gondok, *selerotium* dari *Pleurotus tuberregium*, jarak pagar, bahan selulosa, pati, kitosan, dan biji bijian seperti biji kacang dan biji *Moringa Oleifera*, namun belum digunakan secara optimal. Biji-bijian dinilai tidak memiliki nilai secara ekonomi, padahal penggunaan biji-bijian sebagai biokoagulan telah terbukti efektif untuk pengolahan limbah karena mengandung protein kationik dan ramah lingkungan [4, 5].

Pada penelitian ini pengolahan limbah cair tahu dilakukan dengan menggunakan *Chitosan* dan *Moringa Oleifera* (MO) untuk menurunkan senyawa organik dan kekeruhan dalam limbah cair tahu, sehingga diharapkan limbah cair tahu tersebut dapat dibuang serta tidak membahayakan lingkungan.

METODE

Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat peralatan *jar test*, *turbidimeter*, pH meter, TDS meter, oven, timbangan analitik, *mixer*, gelas kimia, gelas ukur, ayakan, pipet tetes, tabung reaksi, pengaduk, pipet volume, bola hisap, cawan porselin, desikator buret, tabung COD, reaktor COD.

Sedangkan bahan yang digunakan adalah *chitosan*, biji kelor (*moringa oleifera*), limbah cair tahu, larutan CH_3COOH 2%, larutan H_2SO_4 , larutan FAS,

aquades, kristal Ag_2SO_4 , kristal Hg_2SO_4 , indikator feroin, dan kristal $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Persiapan Bahan Baku

Pada penelitian ini digunakan *chitosan* komersial, biji kelor (*Moringa Oleifera*) diperoleh dari Desa Meunasah Mesjid, Lhokseumawe, dan limbah cair tahu yang diambil dari limbah industri tahu *Wahyu Taste Factory* Kutablang, Lhokseumawe.

Pembuatan koagulan biji kelor dilakukan dengan cara biji kelor gundul di *mixer* dan diayak ukuran 80 mesh. Kemudian di oven pada suhu 105 °C selama 30 menit.

Prosedur

Limbah cair tahu dimasukkan ke dalam beaker glass 1 liter, kemudian ditambahkan *chitosan* dan biji kelor sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan pengadukan cepat selama 1 menit dengan kecepatan 120 rpm, pengadukan lambat 20 rpm selama 20 menit, dan pengendapan selama 1, 2, 3 jam, kemudian dilakukan analisa.

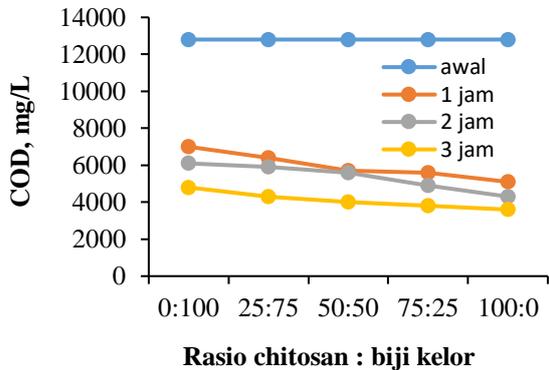
Prosedur pengujian dilakukan dengan analisa *Chemical Oxygen Demand* (COD) menggunakan Standar Methods 5220 C, pengujian kekeruhan (*turbidity*) menggunakan alat *turbidity Arduino* DF Robot, pengujian derajat keasaman (pH) menggunakan SNI 06-6989.11- 2019, dan pengujian *total dissolved solid* (TDS) menggunakan SNI 6989 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyisihan Senyawa Organik

Penggunaan koagulan dilakukan untuk menurunkan kandungan senyawa organik (COD) dalam air limbah industri tahu. Pengaruh rasio *chitosan* dan biji kelor sebagai biokoagulan untuk menyisihkan kandungan COD ditunjukkan pada Gambar 1, sedangkan persentase penyisihan COD

pada variasi rasio koagulan chitosan dan biji kelor diperlihatkan pada Gambar 2.



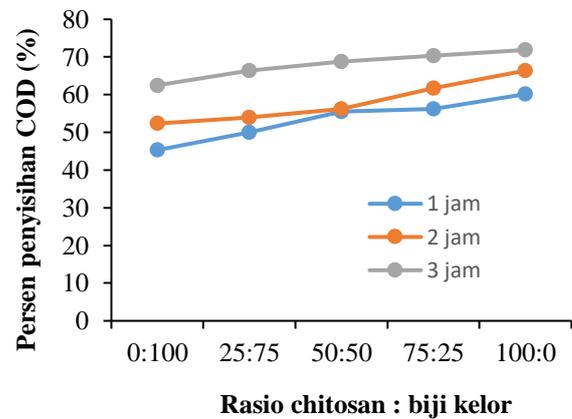
Gambar 1. Pengaruh rasio chitosan dan biji kelor terhadap penyisihan COD

Kandungan senyawa organik dalam limbah cair tahu sebesar 12.000 mg COD/L, angka ini jauh di atas baku mutu limbah tahu, yang hanya sebesar 150 mg COD/L. Limbah cair tahu dengan kandungan senyawa organik yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen dalam air dan mengganggu lingkungan akuatik. Untuk mencegah dampak negatif ini perlu adanya pengolahan yang sesuai pada limbah cair tahu sebelum dibuang ke lingkungan.

Dari Gambar 1 dapat dilihat terjadinya penurunan kandungan senyawa organik (COD) yang cukup signifikan akibat penambahan biokoagulan. Peningkatan penyisihan terjadi dengan semakin meningkatnya dosis kitosan. *Chitosan* mengandung polimer kationik yang efektif mengikat partikel-partikel koloid bermuatan negatif yang dapat mengurai senyawa organik pada limbah cair tahu [6, 7].

Sedangkan persentase penyisihan senyawa organik terbaik diperoleh pada variasi rasio kitosan terhadap biji kelor sebesar 100 : 0 (1 gram *chitosan* : 0 biji kelor), COD limbah cair turun dari 12.800 mg/L menjadi 3.600 mg/L dengan persentase penyisihan mencapai 71,87%. Hasil yang didapat pada penelitian ini lebih baik dari penelitian sebelumnya yang pernah dilakukanyang mengolah limbah cair tahu menggunakan biji kelor, COD limbah cair hanya turun dari 1003 mg/L menjadi 353

mg/L dengan persentase penyisihan sebesar 64,8% [8].



Gambar 2. Pengaruh rasio chitosan dan biji kelor terhadap persentase penyisihan COD

Dari Gambar tersebut juga terlihat bahwa waktu pengendapan juga sangat berpengaruh terhadap penyisihan senyawa organik. Waktu pengendapan adalah lamanya waktu yang diperlukan agar partikel-partikel tersuspensi dalam limbah cair mengendap dan terpisah dari air limbah. Semakin lama waktu pengendapan, maka partikel-partikel akan semakin banyak terendapkan yang mengakibatkan persentase penyisihan COD semakin meningkat.

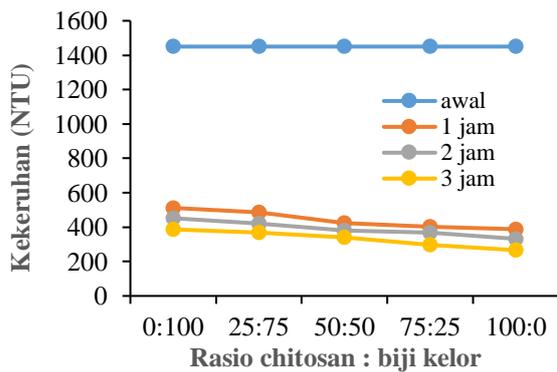
Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan adalah parameter yang mengukur jumlah cahaya yang disebarkan oleh partikel padat, sejauh mana partikel padat tersuspensi atau terlarut dalam air limbah, disebabkan oleh partikel padat, dan dapat memberikan kondisi fisik pada air limbah yang mengindikasikan terjadi pencemaran.

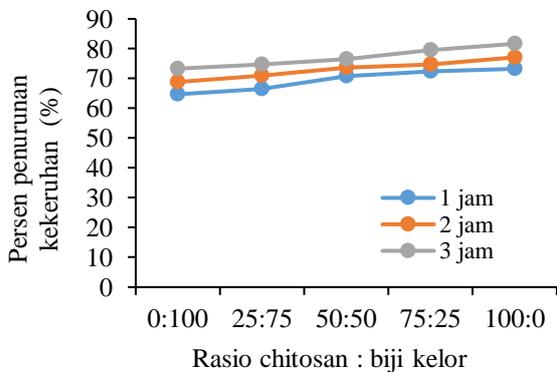
Pengaruh rasio chitosan dan biji kelor dalam menurunkan kekeruhan diperlihatkan pada Gambar 3 dan persentase penyisihan kekeruhan diberikan pada Gambar 4.

Kekeruhan awal limbah cair tahu mencapai 1450 NTU, dan dengan menggunakan koagulan chitosan dan biji kelor, kekeruhan turun menjadi 266 NTU pada rasio koagulan 100 : 0 g (100 gram *chitosan* : 0 gram biji kelor) [9]. Selama

waktu pengendapan, partikel-partikel yang tergumpal akan saling bergabung dan membentuk gumpalan yang lebih besar, sehingga mempercepat proses pengendapan. Waktu pengendapan yang lebih lama akan memberikan hasil yang lebih baik dalam penyisihan *turbidity*. Dapat dilihat pada gambar bahwa penurunan kekeruhan semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu pengendapan



Gambar 3. Pengaruh rasio chitosan dan biji kelor terhadap kekeruhan

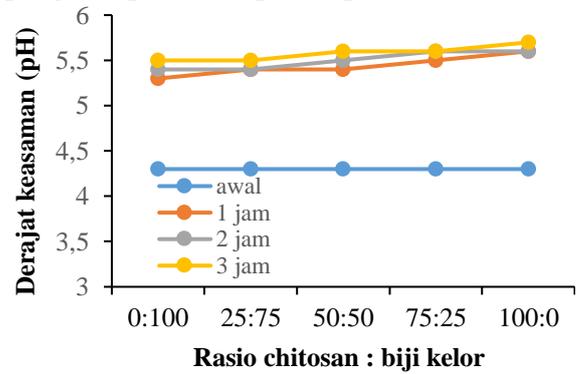


Gambar 4. Pengaruh rasio chitosan dan biji kelor terhadap penyisihan kekeruhan

Derajat Keasaman (pH)

Dalam penelitian ini, derajat keasaman (pH) memiliki peran yang cukup penting pada pengolahan limbah cair tahu sehingga menjadi variabel kontrol dalam proses dalam menurunkan *turbidity* dan kandungan senyawa organik, dengan meningkatnya nilai pH maka efisiensi penyisihan juga semakin meningkat.

Pengaruh variasi rasio chitosan dan biji kelor terhadap pH pada berbagai waktu pengendapan ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh rasio chitosan dan biji kelor terhadap derajat keasaman

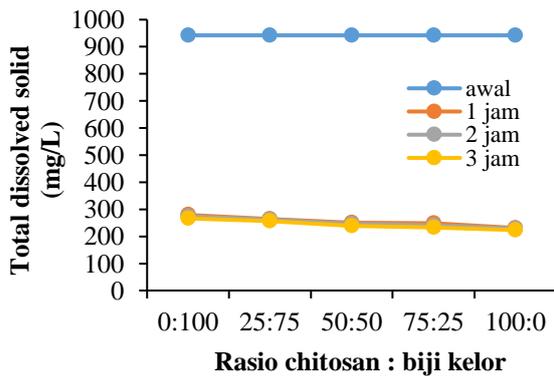
Biji kelor bersifat alkalis, sedangkan *chitosan* dapat bersifat asam atau basa tergantung pada kondisi pH. Sehingga dapat mempengaruhi tingkat keasaman atau kebasaannya. Penambahan biji kelor dalam jumlah yang tinggi dapat meningkatkan pH limbah, sedangkan penambahan *chitosan* dalam jumlah yang tinggi dapat menurunkan pH. Jadi perlu menyesuaikan rasio biji kelor dan *chitosan* untuk mencapai pH yang sesuai dengan persyaratan pengolahan limbah cair [10].

Limbah cair tahu mengandung senyawa organik yang bersifat asam, biokoagulan yang ditambahkan dapat mengikat senyawa organik sehingga menyebabkan kandungan asam dalam senyawa organik tersebut berkurang dan terjadi peningkatan pH, namun tidak terjadi peningkatan yang cukup signifikan.

Derajat keasaman meningkat dengan lamanya waktu pengendapan, derajat keasaman memiliki peran yang cukup penting pada pengolahan limbah cair tahu sehingga menjadi variabel kontrol dalam proses dalam menurunkan *turbidity* dan kandungan senyawa organik. Peningkatan nilai pH menyebabkan efisiensi penyisihan semakin meningkat. Tidak terjadi perubahan yang cukup signifikan pada variasi waktu pengendapannya.

Total Dissolved Solid (TDS)

Pengaruh variasi rasio chitosan dan biji kelor terhadap *total dissolved solid* (TDS) pada berbagai waktu pengendapan ditampilkan pada Gambar 6. Sedangkan pengaruh variasi rasio chitosan dan biji kelor terhadap persen penurunan TDS pada berbagai variasi waktu pengendapan ditampilkan pada Gambar 7.



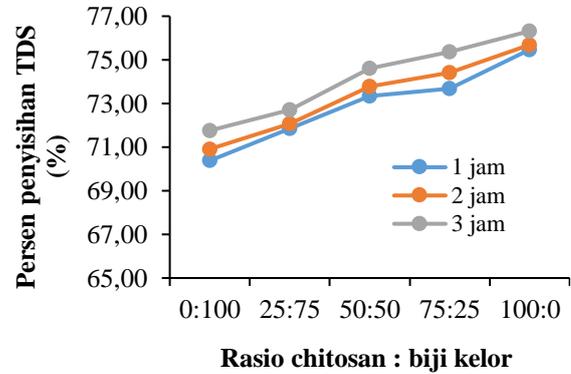
Gambar 6. Pengaruh rasio chitosan dan biji kelor terhadap total dissolve solid

Gambar 6 menunjukkan bahwa TDS mengalami penurunan yang signifikan dengan peningkatan rasio chitosan dengan biji kelor. Penurunan TDS disebabkan adanya proses koagulasi partikel dengan koagulan chitosan dan biji kelor. Koagulasi secara efektif membentuk flokulan atau endapan dari koagulan yang diberikan menghasilkan aglomerasi partikel kecil melalui proses fisika dan kimia. Oleh karena itu dosis koagulan yang ditambahkan dapat mengurangi kandungan padatan suspensi air.

Sedangkan pengaruh waktu pengendapan dapat berupa pengurangan zat terlarut dimana waktu pengendapan yang lebih lama dapat memungkinkan lebih banyak waktu bagi partikel-partikel limbah dan zat terlarut untuk mengendap. Hal ini dapat menghasilkan pengurangan yang lebih baik dalam kandungan zat terlarut dalam limbah cair tahu.

Persentase penyisihan total padatan terlarut dalam limbah cair tahu mengalami peningkatan dengan meningkatnya rasio

chitosan dan biji kelor. Peningkatan juga terjadi dengan peningkatan waktu pengendapan. Persentase penyisihan tertinggi diperoleh sebesar 76,32% yang diperoleh pada rasio chitosan dan biji kelor 100 : 0 pada waktu pengendapan 3 jam.



Gambar 7. Pengaruh rasio chitosan dan biji kelor terhadap penyisihan TDS

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat diambil kesimpulan:

1. Semakin tinggi rasio *chitosan* dalam campuran koagulan, maka semakin meningkat penurunan COD, penyisihan *turbidity* yang didapat sedangkan untuk dosis moringa oleifera yang lebih banyak didapat penyisihan yang lebih rendah dibandingkan dengan dosis *chitosan*.
2. Pengaruh variasi waktu pengendapan terhadap penyisihan COD, penyisihan *turbidity*, pH, dan *total dissolved solid* diperoleh bahwa semakin lama waktu pengendapan maka semakin meningkat hasil yang didapat.
3. Penyisihan terbaik terjadi pada waktu pengendapan 3 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haslinah, A., 2020. *Ukuran partikel dan konsentrasi koagulan serbuk biji kelor (moringa oleifera) terhadap penurunan persentase COD dalam limbah cair industri tahu*. ILTEK: Jurnal Teknologi, Vol. 15, No. 01, pp. 50-53.
- [2] Aprilianti, W. and Wahyudin, W., 2020. *Pengaruh pembubuhan tawas sebagai koagulan terhadap penurunan biological oxygen demand air limbah tahu di Dusun Bunsyafaah Desa Puyung Kecamatan Jonggat Lombok Tengah*. Jurnal Sanitasi dan Lingkungan, Vol. 1, No. 2, pp. 65-71.
- [3] Pradana, T. D., Suharno, S., and Apriansyah, A., 2018. *Pengolahan limbah cair tahu untuk menurunkan kadar TSS dan BOD*. Jurnal Vokasi Kesehatan, Vol. 4, No. 2, pp. 56.
- [4] Bouchareb, R. *et al.*, 2020. *Combined natural/chemical coagulation and membrane filtration for wood processing wastewater treatment*. Journal of Water Process Engineering, Vol. 37, pp. 101521.
- [5] Kurniawan, S. B. *et al.*, 2020. *Challenges and opportunities of biocoagulant/bioflocculant application for drinking water and wastewater treatment and its potential for sludge recovery*. International journal of environmental research and public health, Vol. 17, No. 24, pp. 9312.
- [6] Varsani, V., Vyas, S. J., and Dudhagara, D. R., 2022. *Development of bio-based material from the moringa oleifera and its bio-coagulation kinetic modeling—A sustainable approach to treat the wastewater*. Heliyon, Vol. 8, No. 9.
- [7] Camacho, F. P. *et al.*, 2017. *The use of moringa oleifera as a natural coagulant in surface water treatment*. Chemical Engineering Journal, Vol. 313, pp. 226-237.
- [8] Haslinah, A. and Andrie, A., 2018. *Pemanfaatan eichornia crassipes sebagai koagulan untuk menurunkan kadar kekeruhan dalam air limbah domestik*. ILTEK, Vol. 13, No. 01, pp. 1882-1885.
- [9] Desta, W. M. and Bote, M. E., 2021. *Wastewater treatment using a natural coagulant (moringa oleifera seeds): optimization through response surface methodology*. Heliyon, Vol. 7, No. 11.
- [10] Iber, B. T. *et al.*, 2021. *Eco-friendly approaches to aquaculture wastewater treatment: Assessment of natural coagulants vis-a-vis chitosan*. Bioresource Technology Reports, Vol. 15, pp. 100702.