

Pemanfaatan Kitosan Dari Cangkang Keong Sawah (*Pila Ampullacea*) Sebagai Biokoagulan Untuk Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu

Windi Rizkila¹⁾, Hilwatullisan¹⁾, Agusdin^{1*)}

¹⁾Program Studi D3 Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

^{*)}Corresponding Author: agusdin@polsri.ac.id

Abstrak

Kitosan merupakan biopolimer alami hasil deasetilasi dari kitin yang memiliki potensi sebagai biokoagulan dalam pengolahan air limbah, khususnya limbah cair tahu. Kitosan mengandung gugus amina bermuatan positif yang dapat mengikat partikel tersuspensi dan koloid bermuatan negatif, sehingga efektif dalam proses koagulasi-flokulasi. Penelitian ini menggunakan kitosan yang diperoleh dari cangkang keong sawah (*Pila ampullacea*) untuk mengolah limbah cair tahu. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan nilai derajat deasetilasi kitosan serta mengkaji efektivitasnya dalam menurunkan parameter pencemar akibat limbah tahu. Dari hasil uji karakterisasi kitosan menunjukkan derajat deasetilasi adalah sebesar 65,69%, tergolong rendah sehingga memerlukan dosis yang lebih besar agar hasil pengolahan optimal. Variasi dosis kitosan yang digunakan adalah 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 gram, dengan dua variasi kecepatan pengadukan yaitu 100 rpm dan 200 rpm. Parameter yang diamati meliputi pH, TDS, TSS, COD, DO, dan kekeruhan. Hasil terbaik diperoleh pada dosis 3 gram dan kecepatan pengadukan 200 rpm, dengan penurunan TSS sebesar 54,10%, TDS 11,39%, COD 58,34%, dan kekeruhan 48,48%, meskipun nilai tersebut belum bisa memenuhi standar baku mutu yang diizinkan. Sedangkan nilai pH dan DO telah sesuai dengan standar baku mutu limbah cair industri berdasarkan Permen LH No. 5 Tahun 2014, terjadi peningkatan pH sebesar 39,41% yakni pH 6,7 dan DO sebesar 15,23%, yakni dari 6,65 mg/L menjadi 7,75 mg/L, yang memenuhi standar baku mutu, dari penelitian, kitosan dari cangkang keong sawah dapat digunakan sebagai biokoagulan, meskipun masih diperlukan peningkatan derajat deasetilasi untuk hasil yang lebih optimal dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Kitosan, biokoagulan, limbah cair tahu, cangkang keong sawah.

PENDAHULUAN

Produksi tahu yang berbahan dasar kedelai menghasilkan limbah tahu karena beberapa bahan tidak diolah dengan benar menjadi produk tahu yang dapat dimakan. Limbah padat dan cair adalah dua jenis limbah yang paling umum dan berpotensi dalam pencemaran lingkungan. Limbah cair berasal dari air sisa proses pembuatan yang tidak sepenuhnya menggumpal, pecahan tahu yang rusak selama pembentukan, dan cairan keruh kekuningan yang dapat menimbulkan bau tidak sedap jika tidak segera dikelola. Limbah cair tahu memiliki kandungan polutan organik yang tinggi (Hasibuan et.al., 2023) dan berpotensi mencemari lingkungan (Arifa et al, 2023). Zat organik tersebut mempercepat pertumbuhan mikroba dalam air, menyebabkan kekeruhan, peningkatan zat tersuspensi, serta penurunan kadar oksigen secara signifikan. Menurut (Daroini, T. A., Arisandi, A, 2020), limbah cair tahu berdampak terhadap lingkungan yaitu rusaknya kualitas air sebagai salah satu kebutuhan umat manusia dan makhluk hidup lainnya, rusaknya lingkungan akibat limbah cair tahu berdampak buruk terhadap kehidupan ekosistem yang berada diperairan. Air limbah yang dibuat terdiri dari partikel terlarut dan tersuspensi. Pada akhirnya, limbah ini dapat mengalami perubahan secara fisik, kimia, maupun biologis yang dapat menghasilkan zat yang berbahaya. Selain itu, kondisi tersebut dapat menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme, seperti bakteri penyebab penyakit atau mikroba lain

yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan produk tahu. Pemerintah dan warga melakukan upaya untuk membangun Instalasi Pengolahan Akhir Limbah (IPAL). Namun, beberapa industri membuang limbahnya langsung ke sungai tanpa diolah, mengakibatkan bau dan pencemaran sungai.

Penggunaan biokoagulan adalah metode pengolahan limbah cair yang menjanjikan yang dikenal oleh industri. Koagulan berbasis kitosan yang terbuat dari bahan alami seperti cangkang keong diharapkan menjadi koagulan yang aman, ramah lingkungan, dan hemat biaya. Koagulan ini memiliki kemampuan untuk mengikat partikel, menetralkan partikel, dan membentuk flok atau gumpalan. Akibatnya, dalam proses penjernihan air, menggunakan koagulan alami dari cangkang keong sawah cenderung lebih hemat biaya daripada menggunakan koagulan konvensional seperti tawas (alum). Biokoagulan dibuat dari cangkang keong sawah. Karena mengandung senyawa yang memiliki kemampuan untuk mengikat dan menggumpalkan partikel padat dan zat organik dalam limbah cair tahu, zat ini dapat digunakan sebagai pengganti biokoagulan setelah diproses menjadi kitosan. Cangkang keong sawah memiliki potensi untuk menjadi bahan biokoagulan (Sriwahyuni, 2020). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sriwahyuni (2020), koagulan yang berasal dari cangkang keong sawah menunjukkan efektivitas dalam menurunkan konsentrasi COD, TSS, dan kekeruhan, masing-masing sebesar 79%, 69%, dan 70%. Sementara itu, studi oleh Zakaria A (2021) et al. Dan Wahyuni (2022) mencatat bahwa pada dosis optimum, efisiensi penurunan untuk parameter COD, TSS, dan kekeruhan secara berturut-turut mencapai 68,86%; 84,80%; dan 73,76%. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis berupaya memanfaatkan kitosan yang berasal dari cangkang keong sawah yang umumnya merupakan limbah padat sebagai biokoagulan untuk mengatasi pencemaran air sungai akibat limbah cair industri tahu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi kitosan dari cangkang keong sawah serta kecepatan pengadukan terhadap penurunan nilai parameter kualitas air seperti COD, TSS, TDS, DO, pH, dan kekeruhan (*turbidity*).

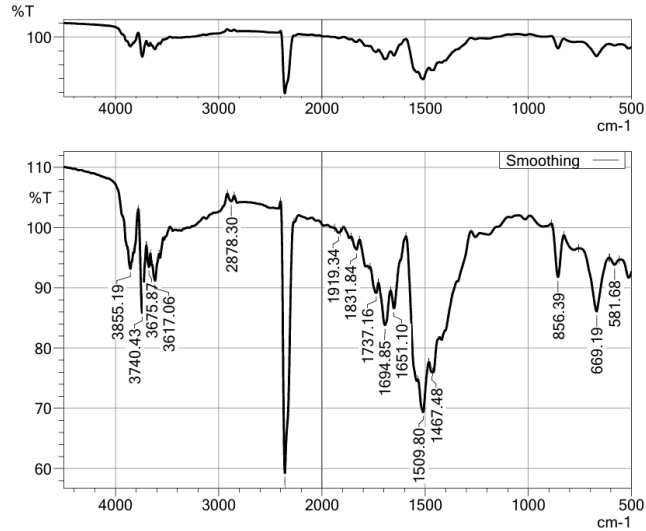
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan pembuatan biokoagulan dengan perlakuan awal pemurnian kitin dan kitosan dibersihkan dengan air mengalir hingga bebas dari kotoran, dan dikeringkan, dan digiling hingga menjadi serbuk untuk mempermudah proses proses deprotenisasi, yakni dengan menambahkan larutan NaOH 4% dengan perbandingan 10:1 (v/b) dan dilakukan pengadukan selama 1 jam deminerali dan dipanaskan pada temperatur 85°C selama 30 menit, dan dinetralkan hingga pH 7 dan dikeringkan. Selanjutnya dilakukan proses deasetilasi kitin yakni dengan menimbang biokoagulan dan menambahkan Larutan NaOH 50% 10:1 (v/b). kemudian dipanaskan selama satu jam dengan suhu 140°C, selanjutnya larutan disaring dan dinetralkan hingga larutan ber-pH7 dengan menggunakan air. Kemudian kitosan yang yang didapatkan berupa Biokoagulan berbasis kitosan, dianalisa dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Kitosan dari cangkang keong sawah yang dihasilkan, direaksikan dengan variable bebas yaitu variasi massa yaitu (1, 1.5, 2, 2.5, dan 3) gram dan Variasi kecepatan pengadukan 100 dan 200 rpm. Sedangkan variabel tetapnya adalah lama pengadukan yaitu 15 menit serta waktu pengendapan selama 45 menit. Dari proses yang dilakukan hasil uji yang dianalisa adalah nilai COD, TSS, TDS, DO, pH dan turbidity, Pengujian pH sesuai SNI 06-6989.11-2004, Pengujian COD sesuai SNI 6989.73:2019, Pengukuran Turbiditas Kekeruhan sesuai dengan SNI 06-6989.25-2005 Pengujian TSS sesuai dengan SNI 06-6989.3-2004. Semua analisa dilakukan sebanyak 3 kali dan nilai yang diambil adalah nilai rata-rata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

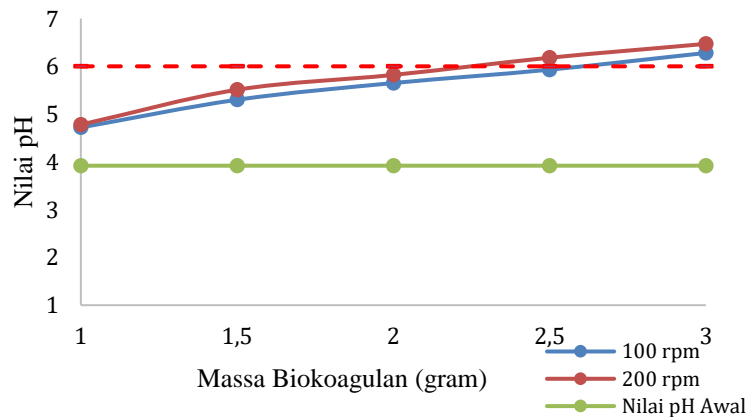
Hasil Penelitian

Hasil analisa rendemen biokoagulan berbasis kitosan cangkang keong sawah dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dapat dilihat gambar 1:



Gambar 1 Hasil Analisa FTIR Biokoagulan Berbasis Kitosan
(Sumber: Lab Analisa STIFI Bhakti Pertiwi, 2025)

Berdasarkan hasil analisis kitosan yang memiliki derajat deasetilasi sebesar 65,69%, Menurut standar mutu yang tercantum dalam SNI 7949:2013, kitosan dikatakan memiliki kualitas deasetilasi yang baik apabila derajatnya $\geq 75\%$, sedangkan kitosan dengan derajat deasetilasi antara 55–70% tergolong sebagai kitosan dengan derajat rendah dan umumnya bersifat tidak larut dalam air. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini belum mencapai standar mutu tersebut. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa terjadinya peningkatan nilai pH pada limbah cair tahu setelah dilakukan penambahan biokoagulan berbahan dasar kitosan, yang mengindikasikan terjadinya perubahan sifat kimia limbah selama proses pengolahan berlangsung. Dalam proses pengolahan air limbah, nilai pH yang ideal berada dalam kisaran 6 hingga 9, karena nilai pH di luar batas tersebut dapat menghambat proses biologis yang berlangsung dalam sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

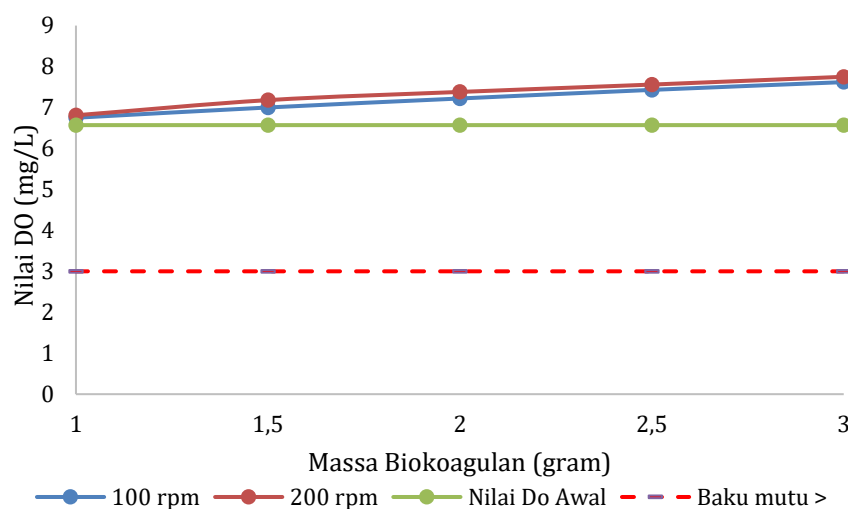


Gambar 2. Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Nilai pH

Berdasarkan grafik gambar 2 diatas, diketahui bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan maka nilai pH yang dihasilkan semakin besar, hal ini menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan memengaruhi peningkatan pH dalam proses pengolahan limbah cair tahu, begitu juga dengan dengan semakin banyaknya massa biokoagulan yang ditambahkan pH yang dihasilkan semakin tinggihal ini dipengaruhi oleh sifat basa yang terkandung dalam kalsium karbonat pada cangkang keong sawah. Hal ini sejalan dengan temuan Rohman (2009), yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan dari cangkang keong sawah, maka semakin tinggi pula nilai pH larutan. Peningkatan pH ini juga dapat mempercepat proses dekomposisi senyawa organik, sehingga mendukung percepatan perombakan dan penurunan konsentrasi polutan dalam air limbah (Hadrah, 2019).

Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai DO

Nilai *Dissolved Oxygen* (oksigen terlarut) terhadap variasi Massa Biokoagulan dan Kecepatan dapat dilihat pada gambar 3.

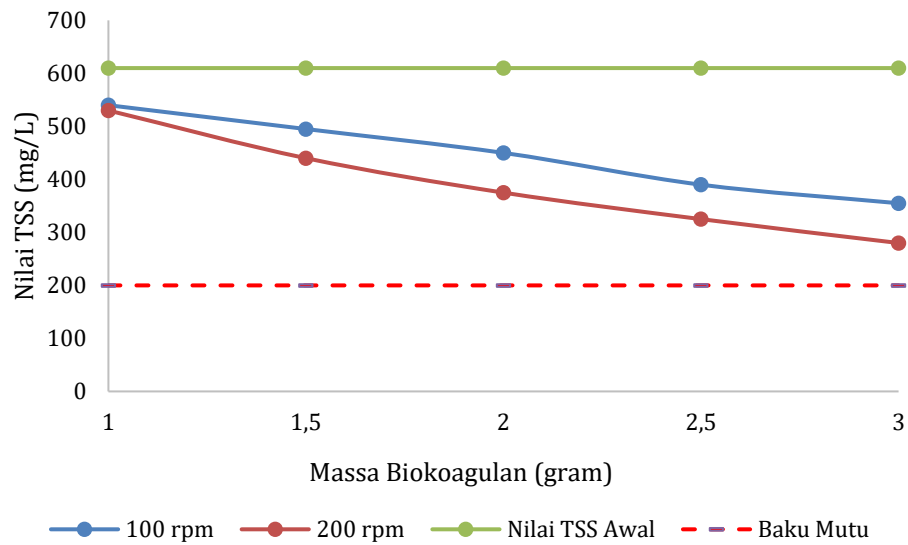


Gambar 3. Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai DO

Dari Gambar 3 menunjukkan terjadinya kenaikan terhadap nilai DO, semakin banyak massa kitosan nilai DO yang dihasilkan semakin besar. Begitu juga dengan kecepatan pengadukan, semakin cepat pengadukan semakin besar juga DO yang nilai DO terbesar yang dihasilkan adalah pada penambahan massa kitosan 3 gram dan kecepatan pengadukan 200 rpm, Do yang dihasilkan adalah 7,75 mg/L. Dari trend yang dihasilkan maka pembentukan DO sangat berpengaruh dengan penambahan kitosan dan kecepatan pengadukan, nilai DO yang dihasilkan tersebut berada diatas standar baku mutu yang diizinkan, dapat disimpulkan bahwa variasi massa biokoagulan dan kecepatan pengadukan merupakan faktor penting yang mempengaruhi nilai DO dari proses pengaplikasian biokoagulan pada limbah cair tahu.

Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai TSS

Nilai *Total Suspended Solid* (TSS) terhadap pengaruh massa biokoagulan dan kecepatan pengadukan dapat dilihat pada gambar 4. Konsentrasi *Total Suspended Solids* (TSS) pada limbah cair tahu sebelum dilakukan pengolahan sebesar 610 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan biokoagulan mampu menurunkan konsentrasi TSS secara signifikan. Semakin besar massa kitosan dan kecepatan pengadukan, maka nilai TSS semakin kecil. Penurunan TSS paling efektif terjadi pada perlakuan dengan kecepatan pengadukan 200 rpm dan penambahan biokoagulan sebanyak 3 gram, yaitu mencapai nilai akhir 280 mg/L.

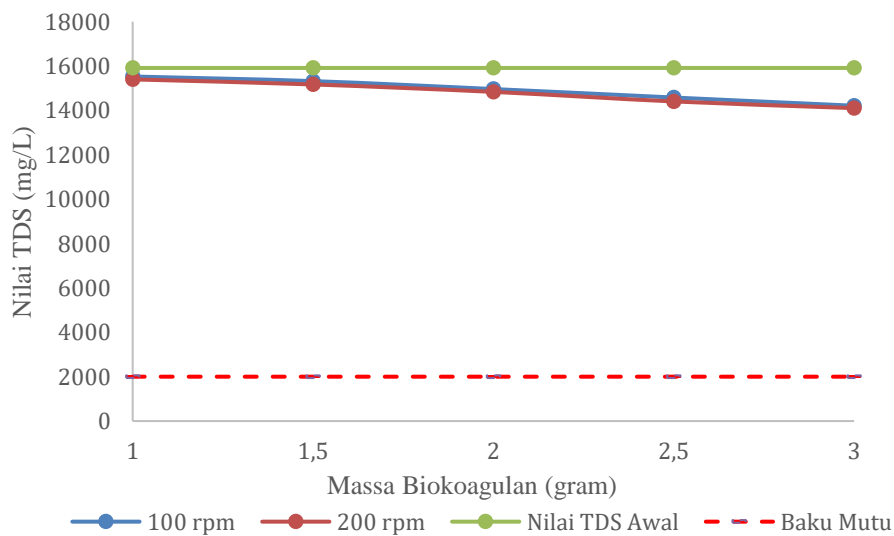


Gambar 4. Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai TSS pada Limbah Cair Tahu

Efektivitas ini disebabkan oleh proses pengadukan cepat yang memungkinkan pencampuran koagulan dengan air limbah berlangsung lebih merata, sehingga partikel koagulan dapat berinteraksi secara optimal dengan padatan tersuspensi dalam air. Dengan distribusi koagulan yang merata, partikel tersuspensi dalam limbah lebih mudah berflokulasi dan mengendap, menghasilkan proses pemisahan yang lebih efisien. Berdasarkan nilai baku mutu yang dianjurkan ambang batas konsentrasi TSS untuk limbah cair industri adalah 200 mg/L. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai TSS setelah pengolahan masih belum mencapai ambang batas tersebut, namun secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa variasi massa biokoagulan dan kecepatan pengadukan merupakan faktor penting yang mempengaruhi nilai TSS dari proses pengaplikasian biokoagulan pada limbah cair tahu (Bachtiar, 2022).

Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai TDS

Pengaruh Nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) terhadap Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan dapat dilihat pada gambar 5.

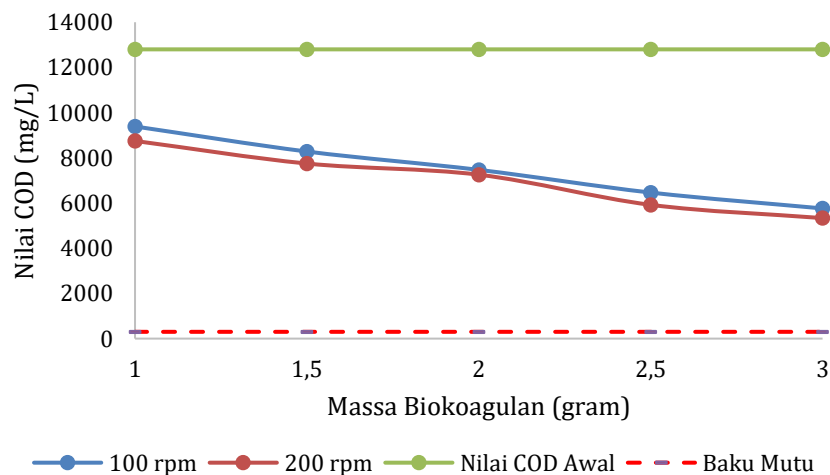


Gambar 5. Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai TDS

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin besar massa biokoagulan yang ditambahkan pada limbah cair tahu maka akan semakin turun juga konsentrasi TDS pada limbah cair tahu. Penurunan terbaik yaitu pada penggunaan 3 gram biokoagulan dengan kecepatan 200 rpm yaitu dari 15.915 mg/L menjadi 14.103 mg/L. Pada grafik terlihat bahwa kecepatan pengadukan 100 rpm dan 200 rpm tidak terlalu berpengaruh besar terhadap penurunan nilai TDS. Hal ini karena kitosan memiliki gugus amino dan hidroksil yang mampu berinteraksi dengan ion-ion anorganik sehingga mengurangi konsentrasi zat terlarut dalam air limbah. Konsentrasi TDS setelah pengolahan masih belum memenuhi standar baku mutu yang dianjurkan yakni konsentrasi maksimum TDS yaitu sebesar 2000 mg/L.

Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai COD

Pengaruh variasi Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai COD dapat dilihat pada gambar 6.



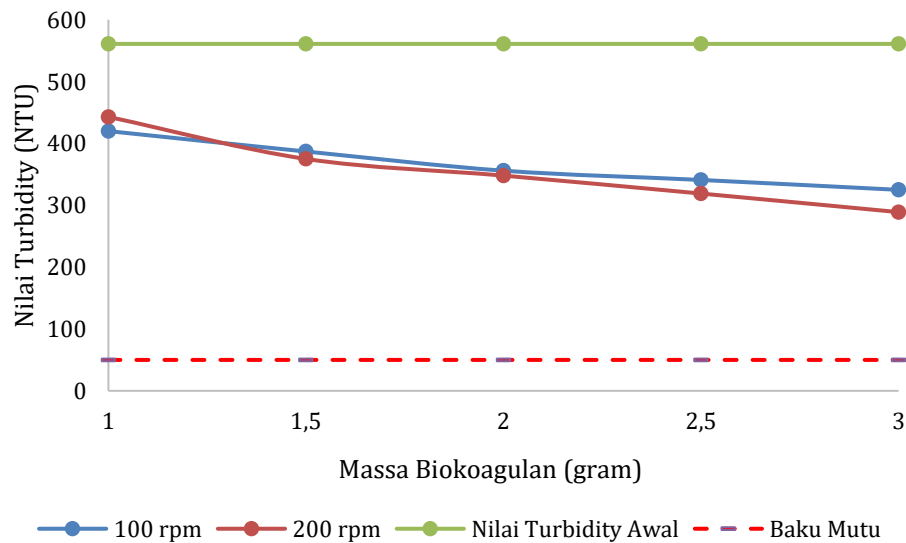
Gambar 6 Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai COD

Untuk nilai COD pengaruh penambahan biokoagulan berbasis kitosan memberikan dampak terhadap penurunan konsentrasi COD. Konsentrasi awal *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah cair tahu sebelum perlakuan tercatat sebesar 12.800 mg/L. Dari grafik dapat dilihat semakin banyak penambahan kitosan dan semakin besar kecepatan pengadukan penurunan nilai COD turun secara signifikan. Penurunan ini disebabkan oleh pengaruh pengadukan cepat yang mampu mempercepat distribusi koagulan secara merata dalam larutan. Proses ini memungkinkan interaksi yang lebih efektif antara partikel koagulan dan bahan organik dalam limbah, sehingga memperbesar peluang pembentukan flok dan pengendapan senyawa pencemar (Ainurrofiq, 2017). Namun hasil tersebut masih belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, yang menetapkan ambang batas kadar COD maksimum sebesar 300 mg/L untuk limbah cair industri.

Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai Turbidity

Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai *Turbidity* dapat dilihat pada gambar 7. Untuk nilai awal kekeruhan (*turbidity*) limbah cair tahu sebelum dilakukan pengolahan adalah sebesar 561 NTU. Dengan penambahan terjadi penurunan nilai kekeruhan. Penurunan ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan pengadukan dapat mempercepat dan meratakan pencampuran koagulan dalam air limbah, sehingga memungkinkan partikel koagulan untuk lebih efektif berinteraksi dan mengikat padatan tersuspensi, sehingga terbentuk flok yang dapat mengendap lebih cepat dan menurunkan tingkat kekeruhan air. Hasil pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS) juga menunjukkan tren yang sejalan dengan penurunan kekeruhan, yang mengindikasikan bahwa *turbidity*

berkorelasi positif dengan jumlah partikel tersuspensi. Hasil akhir masih belum memenuhi ambang batas baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 50 NTU.



Gambar 7 Pengaruh Massa Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai *Turbidity*

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nilai derajat deasetilasi kitosan yang dihasilkan dari cangkang keong sawah tergolong rendah yaitu 65,69% sehingga dalam pengaplikasiannya sebagai biokoagulan perlu digunakan dalam massa kitosan dalam jumlah besar. Meskipun kitosan dari cangkang keong sawah ini terbukti efektif dalam menurunkan parameter uji pada limbah cair industri tahu. Penurunan terbaik pada nilai parameter kualitas limbah cair yaitu pada penambahan 3 gram biokoagulan dan kecepatan pengadukan 200 rpm ditinjau dari efektivitas penurunan TSS sebesar 54,10%, TDS sebesar 11,39%, COD sebesar 58,34%, dan kekeruhan sebesar 48,48 % serta ditinjau dari efektivitas peningkatan nilai pH dan DO yaitu pH sebesar 39,41 % dan DO sebesar 15,23 %. Dari parameter yang diuji, hanya pH dan DO saja yang sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Sedangkan pengujian nilai parameter lain TSS, TDS, dan COD masih belum memenuhi standar baku mutu yang diizinkan meskipun terjadi penurunan yang signifikan. Untuk itu diharapkan dalam penelitian selanjutnya penambahan massa kitosan perlu ditingkatkan untuk meningkatkan perubahan parameter nilai yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurrofiq M N et all (2017), Studi Penurunan TSS, Turbidity, dan COD dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Keong Sawah (*pila ampullacea*) sebagai Nano Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair PT. Phapros, tbk Semarang, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 6, No. 1 (2017)
- Arifa, A.N., & Ratnawati, D. (2023). Analisis Dampak Sosial Industri Tahu Terhadap Kualitas Air di Desa Sidomulyo Kecamatan Punggur. *SOCIAL PEDAGOGY: Journal of Social Science Education*.

- Bachtiar, F. E., dan Putro, R. K. H. 2022. Penentuan dan Optimasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Unit Lamella Clarifier dengan Penentuan Dosis Koagulan dan Flokulan. *Journal of Applied Science and Technology*. Vol. 3(1): 76-88.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2004). Air dan Air Limbah- Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) secara Gravimetri. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Daroini, T. A., Arisandi, A. 2020. Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Juvenil*. Vol. 1(4):558-5667.
- Hadrah et al. (2019). Analisis Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Laundry dengan Multi Soil Layering (MSL). *Jurnal Daur Lingkungan*. 2. 36. 10.33087/daurling.v2i1.22.
- Hasibuan, A., Sadia, H., & Amalia, T. (2023). Pemanfaatan Eceng Gondok untuk menurunkan Kandungan COD (Chemical Oxygen Demond), pH, Bau, dan Warna pada Limbah Cair Tahu di Indonesia. *JIPDAS (Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar)*, 1(3), 1-11.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri. [[hukum.unsrat.ac.id/lh/menlh_51_1999 .pdf](http://hukum.unsrat.ac.id/lh/menlh_51_1999.pdf)]. diakses tanggal 20 Februari 2025
- Rohman T et al 2009, Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Karakter Membran Kitosan, *Sains dan Terapan Kimia*, Vol. 2 No. 1 (Januari 2009), 14 – 24
- Sriwahyuni et al, 2020. Pemanfaatan Cangkang Keong Sawah (*Pila Ampullacea*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Domestik (Grey Water).
- Wahyuni, R. 2022. Penentuan Dosis Optimum Koagulan FeCl₃ untuk Pengolahan Air Limbah Industri dengan Metode Jar Test. *Jurnal Ilmiah Indonesia*. Vol. 7(6): 6952-6961
- Zakaria A et al (2021), S Efisiensi Penurunan Kadar COD, TS, TSS, Kekeruhan, dan TDS pada Air Limbah Industri Pangan menggunakan Koagulan Poly Alumunium Chloride dengan metode Jar Test, *Warta Akab* volume 45, no. 2, desember 2021, pp: 98-104