

PENGARUH VARIASI KOAGULAN KULIT JERUK UNTUK MENURUNKAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH AIR TAHU

Risdayanti^{a,*}, Andi Arninda^a, Andi Asdiana Irma Sari Yusuf^a

^aProgram Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Politeknik ATI Makassar
Jl. Sunu No. 220, Suangga, Kec. Tallo, Kota Makassar, Sulawesi selatan, 90211, Indonesia

*21tkm561@atim.ac.id

Masuk Tanggal : 28 November, revisi tanggal: 25 Desember, diterima untuk diterbitkan tanggal : 31 Desember 2024

Abstrak

Limbah cair yang dihasilkan oleh berbagai industri sering kali dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Banyak industri yang langsung membuang limbah cairnya ke sungai, sehingga mengurangi daya dukung lingkungan. Limbah cair dari industri tahu mengandung kadar polutan organik yang tinggi, serta total suspended solid (TSS) yang signifikan. Tingginya TSS dapat menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam udara, mengganggu proses fotosintesis, menurunkan kadar oksigen terlarut yang dihasilkan tanaman udara, dan merusak keseimbangan ekosistem akuatik. Kulit jeruk memiliki potensi besar sebagai koagulan alami karena mengandung senyawa bioaktif seperti pektin, limonen, flavonoid, dan asam askorbat, yang memiliki kemampuan menggumpalkan partikel tersuspensi dalam air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan berbagai jenis kulit jeruk serta menentukan jenis kulit jeruk yang paling efektif dalam menurunkan kadar TSS pada limbah cair tahu. Pertama, kulit jeruk dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam. Setelah itu, kulit jeruk yang telah kering dihaluskan menggunakan blender dan disaring menggunakan anyaman. Serbuk kulit jeruk yang dihasilkan kemudian siap dimanfaatkan sebagai koagulan dengan parameter uji yang digunakan TSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga variasi koagulan baik itu kulit jeruk nipis, kulit jeruk purut, dan kulit jeruk sunkist dengan penurunan kadar TSS dengan masing-masing koagulan 2 g diperoleh hasil terbaik didapatkan pada koagulan kulit jeruk sunkist yaitu 26,96%.

Kata Kunci: Limbah air tahu, TSS, Kulit jeruk, Koagulan

Abstract

Liquid waste produced by various industries is often disposed of without going through a prior processing process. Many industries directly discharge their liquid waste into rivers, thus reducing environmental carrying capacity. Liquid waste from the tofu industry contains high levels of organic pollutants, as well as significant Total Suspended Solids (TSS). High TSS can inhibit the penetration of sunlight into the air, disrupt the photosynthesis process, reduce the levels of dissolved oxygen produced by aerial plants, and damage the balance of aquatic ecosystems. Orange peel has great potential as a natural coagulant because it contains bioactive compounds such as pectin, limonene, flavonoids, and ascorbic acid, which have the ability to coagulate suspended particles in wastewater. This study aims to examine the utilization of various types of orange peel and determine the most effective type of orange peel in reducing TSS levels in tofu liquid waste. Firstly, orange peel is dried in an oven at a temperature of 105°C for 2 hours. After that, the dried orange peel is mashed using a blender and filtered using a sieve. The resulting orange peel powder is then ready to be used as a coagulant with the test parameters used Total Suspended Solid. The results showed that of the three variations of coagulants, namely lime peel, kaffir lime peel, and sunkist orange peel with a decrease in Total Suspended Solid (TSS) levels with each coagulant of 2 g, the best results were obtained in the sunkist orange peel coagulant, namely 26.96%.

Keywords: Tofu wastewater, TSS, Orange Peel, Coagulant

1. PENDAHULUAN

Limbah cair yang dihasilkan oleh berbagai industri sering kali tidak melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Masih terdapat banyak industri yang membuang limbah cair langsung ke sungai tanpa pengelolaan yang memadai. Industri tahu menjadi salah satu sektor yang sering diteliti terkait kandungan limbah cairnya. Di Indonesia, teknologi yang digunakan oleh industri tahu umumnya masih sederhana, sehingga tingkat efisiensi dalam pengelolaan limbah cenderung rendah. Pembuangan limbah cair secara langsung ke badan air dapat mengurangi kapasitas lingkungan untuk mendukung kehidupan. Limbah cair dari industri tahu mengandung kadar polutan organik yang tinggi, termasuk Total Suspended Solid (TSS) yang signifikan. Kandungan TSS yang tinggi ini dapat menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam badan air, mengganggu proses fotosintesis, menurunkan kadar oksigen terlarut yang dilepaskan oleh tumbuhan air, serta merusak ekosistem perairan. Selain itu, material tersuspensi yang mengendap dapat membentuk lumpur, yang pada akhirnya menghambat aliran air dan menyebabkan pendangkalan badan air [1].

Apabila tidak dikelola dengan baik, limbah cair dari industri tahu dapat melampaui batas standar kualitas lingkungan yang telah ditetapkan. Oleh sebab itu, pengolahan limbah cair secara efektif sangat diperlukan untuk mengurangi risiko pencemaran lingkungan. Salah satu metode pengolahan limbah cair yang menarik adalah dengan memanfaatkan kulit jeruk untuk menurunkan kadar TSS yang tinggi. Kulit jeruk, yang merupakan limbah organik umum dari industri makanan dan rumah tangga, memiliki potensi sebagai bahan koagulan. Kulit jeruk mengandung senyawa bioaktif seperti pektin, limonen, flavonoid, dan asam askorbat, yang memiliki sifat penggumpalan dan dapat membantu memisahkan partikel tersuspensi dalam air limbah [2], [3].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan koagulan berbahan dasar kulit jeruk dalam menurunkan kadar TSS pada limbah cair industri tahu. Koagulan yang berbahan dasar kulit jeruk, termasuk jeruk nipis dan jeruk purut, terbukti efektif dalam menurunkan kadar TSS melalui mekanisme koagulasi-flokulasi, yang dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif seperti pektin dan flavonoid [4].

2. PROSEDUR PERCOBAAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup neraca analitik, desikator, oven, pompa

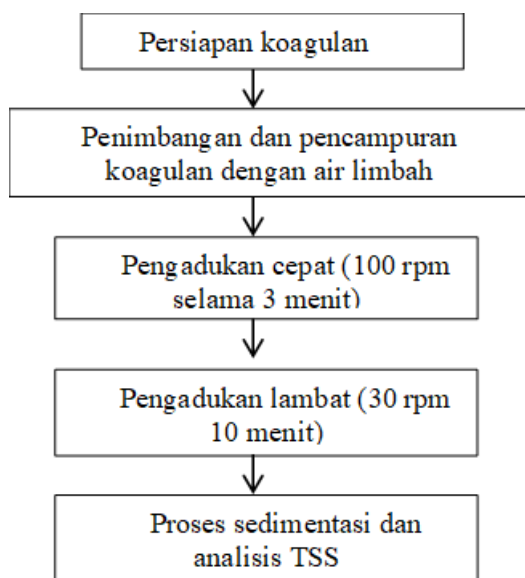
vakum, ayakan berukuran 100 mesh, pinset, spatula, serta berbagai peralatan gelas laboratorium. Sementara itu, bahan yang digunakan meliputi limbah cair dari industri tahu yang diperoleh secara langsung dari lokasi produksi di Jl. Balang Baru, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, pada tanggal 30 Agustus 2024. Bahan tambahan yang digunakan mencakup kertas saring, kulit jeruk nipis, kulit jeruk purut, kulit jeruk sunkist, dan aluminium foil.

2.1. Persiapan Biokoagulan

Pertama-tama Kulit jeruk dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam. Setelah itu, kulit jeruk yang telah kering dihaluskan menggunakan blender dan disaring menggunakan anyaman berukuran 100 mesh. Serbuk kulit jeruk yang dihasilkan kemudian siap dimanfaatkan sebagai koagulan. Tanpa proses ekstraksi atau aktivasi lebih lanjut. Hal ini bertujuan untuk memanfaatkan serat dan kandungan aktif kulit jeruk secara langsung.

2.2. Persiapan Dosis Koagulan

Pertama, setiap kulit jeruk yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 2 g menggunakan timbangan analitik jumlah ini dipilih berdasarkan uji awal yang menunjukkan bahwa dosis tersebut cukup untuk memberikan efek koagulan yang signifikan. Selanjutnya, sampel air limbah tahu sebanyak 1000 ml dimasukkan ke dalam masing-masing gelas beker volume ini dipilih karena memadai untuk mendapatkan data yang representasi. Sampel kemudian diaduk dengan kecepatan tinggi selama 3 menit (100 rpm), diikuti dengan pengadukan lambat selama 30 menit (30 rpm). Setelah proses pengadukan selesai, sampel dibiarkan mengendap selama 60 menit. Hasil pengendapan kemudian diambil untuk dilakukan pengukuran TSS. Diagram alir disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses

2.3. Uji Total Suspended Solid

Dalam pengujian TSS, langkah pertama adalah menyaring sampel menggunakan peralatan penyaring, dengan membasahi media penyaring menggunakan sedikit akuades. Sampel uji kemudian dihomogenkan menggunakan pengaduk magnet, dan pengambilan sampel dilakukan menggunakan pipet pada saat proses pengadukan berlangsung. Setelah itu, kertas saring dibilas sebanyak tiga kali dengan masing-masing 10 mL akuades, ukuran kertas saring yang digunakan biasanya berkisar 0,45-1,5 tergantung pada standar metode yang digunakan, lalu dibiarkan hingga mengering sempurna. Proses dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan pompa vakum selama 3 menit hingga benar-benar kering sebelumnya kertas saring terlebih dahulu di timbang untuk mengetahui bobot pada kertas saring. Kertas saring kemudian dipindahkan secara hati-hati dari alat penyaring ke dalam wadah cawan petri, lalu dikeringkan dalam oven selama minimal 1 jam pada suhu 103 °C - 105 °C hingga beratnya konstan. Setelah itu, kertas saring sisa dalam desikator untuk menyamakan suhu sebelum ditimbang. Proses pengeringan diulangi hingga diperoleh berat tetap atau konstan, kemudian perhitungan TSS dilakukan.

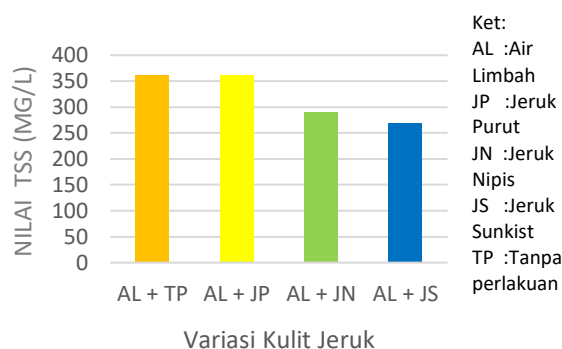
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan terhadap kadar Total Suspended Solids (TSS) pada limbah cair dari industri tahu, diperoleh data yang disajikan dalam Tabel 1. Analisis ini bertujuan untuk mengukur efektivitas proses pengolahan dalam menurunkan kadar TSS.

3.1. Hasil

Penelitian ini melibatkan proses koagulasi pada sampel limbah cair tahu untuk menurunkan kadar TSS. Proses koagulasi dilakukan dengan tujuan menyaring kotoran yang terkandung dalam limbah, sehingga mengurangi jumlah padatan terlarut dan tersuspensi. Proses ini memanfaatkan jar test dengan koagulan berbahan dasar kulit jeruk nipis, kulit jeruk purut, dan kulit jeruk sunkist, yang dicampurkan dengan limbah cair tahu. Koagulan bermuatan positif ditambahkan untuk menetralkan muatan negatif pada partikel padatan dalam limbah. Prosedur koagulasi melibatkan pengadukan cepat pada kecepatan 100 rpm selama 3 menit, diikuti dengan pengadukan lambat pada kecepatan 30 rpm selama 30 menit.

Selanjutnya, analisis kadar TSS dilakukan dengan menyaring sampel yang telah dihomogenkan menggunakan media penyaring yang sebelumnya telah ditimbang. Residu yang tertinggal pada media penyaring kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 103 °C hingga 105 °C sampai beratnya mencapai kondisi tetap. Hasil pengukuran kadar TSS disajikan secara visual pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai TSS masing-masing koagulan

Hasil analisis pada Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar Total Suspended Solids (TSS) pada limbah cair tahu sebelum penambahan koagulan berada pada tingkat yang tinggi, yaitu sebesar 36,2551 mg/L. Hal ini disebabkan oleh keberadaan partikel tersuspensi halus, seperti sisa kedelai, serat, protein, dan lemak, yang cenderung stabil dalam larutan dan sulit mengendap secara alami. Setelah dilakukan proses koagulasi dengan tiga jenis koagulan dari kulit jeruk, diperoleh kadar TSS sebesar 36,1956 mg/L untuk kulit jeruk purut, 29,0775 mg/L untuk kulit jeruk nipis, dan 26,9620 mg/L untuk kulit jeruk Sunkist. Berdasarkan data tersebut, kulit jeruk Sunkist terbukti paling efektif dalam menurunkan kadar TSS dengan efisiensi reduksi sebesar 26,96 mg/L setelah proses pengendapan selama 60 menit.

Efektivitas kulit jeruk Sunkist dalam menurunkan TSS terkait dengan kandungan pektinnya yang lebih tinggi dibandingkan kulit jeruk lainnya. Pektin berfungsi sebagai agen koagulan yang mengikat partikel padatan, mempercepat pengendapan, dan memisahkan partikel tersebut dari air limbah. Selain itu, kulit jeruk Sunkist juga mengandung flavonoid dan limonoid, senyawa bioaktif yang meningkatkan kemampuan pengikatan partikel padatan. Meskipun kulit jeruk nipis dan jeruk purut juga mengandung pektin dan senyawa bioaktif, kandungan dan komposisinya lebih rendah dibandingkan jeruk Sunkist, sehingga efektivitasnya dalam menurunkan TSS lebih terbatas [5]. Sebagai ilustrasi, kadar pektin pada kulit jeruk Sunkist berkisar antara 5-10% berat kering, sedangkan kulit jeruk purut hanya mencapai 3-7% [6]. Perbedaan ini membuat efektivitas kulit jeruk purut dalam menurunkan TSS lebih rendah dibandingkan dengan kulit jeruk Sunkist.

Kulit jeruk nipis memiliki kandungan pektin yang cukup tinggi serta asam sitrat yang dapat mengatur pH larutan, sehingga mendukung optimalisasi proses koagulasi. Pengujian menunjukkan bahwa pH larutan limbah air tahu berubah dari pH 5 sebelum penambahan koagulan menjadi pH 7 setelah penambahan koagulan dari jeruk nipis. Efektivitas koagulan kulit jeruk ini sebanding dengan koagulan alami lain, seperti biji kelor atau kulit pisang, yang mampu menurunkan TSS dengan efisiensi 20–30% [7], [8].

Meskipun dosis koagulan kulit jeruk yang dibutuhkan lebih tinggi dibandingkan koagulan kimia seperti PAC atau tawas, keunggulannya terletak pada sifatnya yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis. Pemanfaatan limbah kulit jeruk mendukung prinsip ekonomi sirkular serta menurunkan biaya produksi. Untuk penerapan dalam skala besar, kulit jeruk dapat diolah menjadi serbuk atau ekstrak koagulan guna meningkatkan efisiensi dan memastikan konsistensi kualitas. Namun, proses pengolahan awal seperti pengeringan dapat membutuhkan tambahan energi, yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan lebih lanjut [9], [10].

Tabel 1. Nilai TSS masing-masing koagulan

No	Varian Kulit Jeruk	Nilai TSS (mg/l)
1	Air Limbah Tahu Tanpa Perlakuan	36,2551
2	Air Limbah Tahu +Jeruk Purut	36,1956
3	Air Limbah +Jeruk Nipis	29,0775
4	Air Limbah + Jeruk Sunkist	26,9620

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kulit jeruk memiliki manfaat signifikan dalam menurunkan kadar Total Suspended Solids (TSS) pada limbah air tahu. Efektivitas ini berasal dari kandungan pektin, flavonoid, dan asam sitrat yang terkandung dalam kulit jeruk. Ketiga senyawa tersebut berperan penting dalam proses koagulasi dan flokulasi, yang membantu mengendapkan partikel tersuspensi di dalam limbah. Di antara tiga jenis kulit jeruk yang diuji, yaitu kulit jeruk nipis, kulit jeruk purut, dan kulit jeruk Sunkist, kulit jeruk Sunkist terbukti menjadi yang paling efektif. Penurunan kadar TSS menggunakan koagulan dari kulit jeruk Sunkist mencapai 26,96%, sehingga menjadikannya pilihan terbaik dibandingkan variasi kulit jeruk lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sari, "Manfaat Ekstrak Kulit Jeruk Sunkistkajian Sindrom Metabolik," *Publish Buku Unpri Press Isbn*, vol. 1, no. 1, 2021.
- [2] P. Soewondo, E. Kardenia, and M. Handajani, "Pengantar Pengolahan Air Limbah (1)," *Institut Teknologi Bandung. Bandung*, 2009.
- [3] H. Kristianto, A. Jennifer, A. K. Sugih, and S. Prasetyo, "Potensi polisakarida dari limbah buah-buahan sebagai koagulan alami dalam pengolahan air dan limbah cair," *Jurnal Rekayasa Proses*, vol. 14, no. 2, pp. 108–127, 2020.
- [4] I. F. Anggraini, E. Kusniawati, and M. Mayangsari, "Pemanfaatan tongkol jagung pada pembuatan karbon aktif dengan menggunakan aktivator (Na_2CO_3) serta pengaruhnya terhadap sampel air sumur gali menggunakan parameter ph, turbidity, total suspended solid (TSS) & total dissolved solid (TDS)," *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, vol. 2, no. 5, pp. 2261–2272, 2023.
- [5] I. Chomah, "Uji efek antikoagulan ekstrak etanol kulit buah jeruk purut (*Citrus hystrix*) Pada Mencit Jantan Galur BALB-C," 2010.
- [6] A. Jha and S. Mishra, "Exploring the potential of waste biomass-derived pectin and its functionalized derivatives for water treatment," *Int J Biol Macromol*, p. 133613, 2024.
- [7] F. Rubio-Senent, G. Rodríguez-Gutiérrez, A. Lama-Muñoz, A. García, and J. Fernández-Bolaños, "Novel pectin present in new olive mill wastewater with similar emulsifying and better biological

- properties than citrus pectin,” *Food Hydrocoll*, vol. 50, pp. 237–246, 2015.
- [8] M. P. Sinaga, D. T. E. Siburian, and E. K. Zega, “The Impact Of Total Suspended Solid (TSS) And Containing Water Chlorophyll-A On The Fertility Level Of Jakarta Bay Waters Using Technology Of Google Earth Engine (Gee) Clouds,” *Jurnal Ilmiah PLATAX*, vol. 12, no. 2, pp. 32–44, 2024.
- [9] J. Adack, “Dampak pencemaran limbah pabrik tahu terhadap lingkungan hidup,” *Lex Administratum*, vol. 1, no. 3, 2013.
- [10] M. M. Gaspersz and H. Fitrihidajati, “Pemanfaatan Ekoenzim Berbahan Limbah Kulit Jeruk dan Kulit Nanas sebagai Agen Remediasi LAS Detergen,” *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, vol. 11, no. 3, pp. 503–513, 2022.