

Biokoagulan dari Daun Mangrove sebagai Koagulan Limbah Cair Industri Tahu

Aldo Nandacatur Aldriansah*, Achmad Abiyyu Yusuf Sinatrya Junardokham, Dwi Hery Astuti, Kindriari Nurma Wahyusi
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, 60294, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 15 Februari 2025
Direvisi: 20 April 2025
Diterima: 31 Mei 2025

Kata kunci:

Biokoagulan
Daun Mangrove
Ekstraksi
Limbah Cair Industri Tahu
Tannin

Keywords:

Bio-coagulant
Mangrove leaf
Extraction
Tofu Industry Wastewater
Tannin

Penulis Korespondensi:

Aldo Nandacatur Aldriansyah
Email: aaldoonanda@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan biokoagulan dari tanin daun mangrove menjadi alternatif ramah lingkungan dalam pengolahan limbah cair industri tahu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi berat daun dan waktu sonikasi terhadap kadar tanin yang diekstrak serta efektivitasnya dalam menurunkan parameter pencemar. Ekstraksi dilakukan melalui metode sonikasi-maserasi menggunakan pelarut etanol 96% dengan variasi berat daun mangrove (10–50 gram) dan waktu sonikasi (20–100 menit). Kadar tanin ditentukan melalui titrasi KMnO_4 , dan hasil ekstraksi dengan kadar tertinggi diaplikasikan dalam proses koagulasi limbah tahu. Hasil menunjukkan bahwa kadar tanin tertinggi (10,78%) diperoleh pada berat 50 gram dan sonikasi dengan frekuensi 20 khz selama 100 menit. Penggunaan biokoagulan ini menurunkan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) sebesar 24,7%, *Chemical Oxygen Demand* (COD) 29,1%, dan meningkatkan *Total Suspended Solids* (TSS) sebesar 49,3% serta menaikkan pH dari 3,59 menjadi 3,71. Sehingga hasil *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan pH telah menunjukkan bahwa biokoagulan sudah bekerja efektif, namun untuk hasil *Total Suspended Solids* (TSS) biokoagulan belum bekerja secara efektif. Biokoagulan efektif menurunkan BOD, COD, dan mempengaruhi pH karena mampu mengikat senyawa organik terlarut melalui mekanisme adsorpsi dan penggumpalan. Namun, biokoagulan belum efektif menurunkan TSS karena partikel tersuspensi bersifat lebih besar, netral, atau ringan sehingga sulit mengendap.

*The utilization of biocoagulant derived from mangrove leaf tannins presents an environmentally friendly alternative for treating tofu industrial wastewater. This study aims to evaluate the effect of leaf weight variation and sonication time on the extracted tannin content and its effectiveness in reducing pollutant parameters. Extraction was carried out using a sonication-maceration method with 96% ethanol as the solvent, varying mangrove leaf weights (10–50 grams) and sonication times (20–100 minutes). Tannin content was determined via KMnO_4 titration, and the extract with the highest tannin content was applied in the coagulation process of tofu wastewater. The highest tannin content (10.78%) was obtained with 50 grams of leaves and 100 minutes of sonication at a frequency of 20 kHz. The biocoagulant reduced *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) by 24.7%, *Chemical Oxygen Demand* (COD) by 29.1%, increased *Total Suspended Solids* (TSS) by 49.3%, and slightly raised the pH from 3.59 to 3.71. The biocoagulant effectively reduced BOD, COD, and influenced pH due to its ability to bind dissolved organic compounds through adsorption and flocculation mechanisms. However, it was not effective in reducing TSS because the suspended particles are larger, neutral, or light, making them more difficult to settle.*

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Tanin merupakan senyawa metabolit sekunder dari golongan fenolik yang banyak terdapat pada bagian tumbuhan seperti daun, kulit kayu, dan buah. Koagulasi oleh tanin tidak hanya disebabkan oleh interaksi dengan protein, alkaloid, dan asam amino, tetapi juga dipengaruhi oleh pH, konsentrasi, jenis tanin, dan keberadaan ion logam. Tanin membentuk kompleks yang menyebabkan pengendapan, sehingga efektif digunakan dalam penyamakan kulit dan pengolahan air limbah. Berdasarkan strukturnya, tanin terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin terhidrolisis dapat dipecah menjadi asam galat dan elagat, sedangkan tanin terkondensasi lebih stabil dan berasal dari flavonoid seperti katekin (Hujjatusnaini, 2021). Sifat kimia tanin menjadikannya bermanfaat dalam penyamakan kulit serta pengolahan air limbah.

Tumbuhan mangrove, khususnya dari spesies *Rhizophora*, diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, triterpenoid, dan tanin. Daunnya memiliki kandungan tanin hingga 13,44%, menjadikannya bahan potensial untuk produksi biokoagulan (Suryanti, 2020). Tanin dari daun mangrove terdiri dari bentuk terhidrolisis dan terkondensasi, yang tidak hanya memiliki aktivitas biologis tetapi juga berpotensi sebagai antinutrisi. Pemanfaatan limbah daun mangrove sebagai sumber tanin dapat mengurangi limbah organik di daerah pesisir sekaligus menjadi solusi pengolahan air limbah yang lebih ramah lingkungan.

Proses ekstraksi diperlukan untuk memperoleh tanin dari bahan alami seperti daun mangrove. Metode yang umum digunakan antara lain maserasi, perkolasi, soxhletasi, hingga sonikasi. Metode sonikasi menarik karena memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mempercepat pelepasan senyawa aktif dari jaringan tumbuhan (Julianto, 2019). Faktor-faktor seperti ukuran partikel, suhu, jenis pelarut, dan waktu sonikasi memengaruhi hasil ekstraksi (Bahri, 2019). Tanin yang diekstrak ini dapat digunakan sebagai koagulan alami dalam pengolahan limbah cair, misalnya limbah industri tahu, yang mengandung bahan organik tinggi dan berpotensi mencemari lingkungan (Tuhu Agung R, 2019).

II. METODE

2.1 Proses Pengambilan Tanin dari Daun Mangrove

Daun mangrove dikeringkan hingga berat konstan, kemudian digiling menjadi bubuk halus dan diayak menggunakan saringan 100 mesh. Bubuk yang diperoleh ditimbang sebanyak 10,20,30,40,50 gram dan dimasukkan ke dalam wadah terpisah, lalu ditambahkan 250 mL etanol 96%. Kemudian dilakukan proses sonikasi dengan frekuensi 20 kHz selama 20,40,60,80,100 menit. Setelah itu, dilakukan maserasi selama dua hari dalam wadah tertutup kertas coklat untuk mencegah penguapan dan kontaminasi. Campuran kemudian disaring untuk memisahkan ampas dan filtrat. Filtrat dievaporasi melalui distilasi pada suhu 80°C guna memisahkan etanol, dan larutan tanin yang tertinggal digunakan sebagai sampel untuk analisis kadar tanin.

2.2 Analisa Hasil

Pembuatan larutan asam oksalat dilakukan dengan menimbang 0,63 g asam oksalat, lalu melarutkannya ke dalam aquadest hingga mencapai volume total 100 mL menggunakan labu ukur. Setelah larutan tercampur merata dan mencapai batas volume, normalitas larutan asam oksalat dihitung menggunakan rumus:

$$N_{\text{asamoksalat}} = \frac{\text{gram}}{Mr} \times \frac{1000}{V} \times \text{ekivalen} \quad (1)$$

untuk memastikan konsentrasi yang tepat sebelum digunakan dalam proses titrasi. Selanjutnya, pembuatan larutan kalium permanganat (KMnO_4) dilakukan dengan melarutkan 0,32 g KMnO_4 ke dalam 100 mL aquadest yang telah dipanaskan hingga mendidih. Setelah larutan dididihkan semalaman hingga dingin, larutan disaring dan filtrat dimasukkan ke dalam labu ukur, kemudian ditambahkan aquadest hingga tepat mencapai tanda batas volume. Untuk memastikan konsentrasi KMnO_4 yang digunakan akurat, dilakukan proses standarisasi menggunakan larutan asam oksalat. Sebanyak 10 mL larutan asam oksalat dipindahkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 10 mL larutan asam sulfat (H_2SO_4) 4 N. Campuran ini dipanaskan hingga suhu 70 °C, lalu dilakukan titrasi dengan KMnO_4 0,1 N hingga terjadi perubahan warna dari bening menjadi merah muda sebagai tanda titik ekuivalen. Proses ini diulang sebanyak lima kali, dan normalitas KMnO_4 dihitung dengan rumus:

$$NKMnO_4 = \frac{Vasamoksalat \times Nasamoksalat}{VKMnO_4} \quad (2)$$

Pembuatan indikator indigokarmin dilakukan dengan menimbang 0,6 gram zat warna indigokarmin, yang kemudian dilarutkan dalam 50 mL aquadest dan dipanaskan hingga seluruh padatan larut. Setelah larutan mencapai suhu kamar, volumenya ditambah aquadest hingga genap 100 mL. Larutan kemudian disaring untuk memperoleh larutan indikator yang jernih dan siap digunakan dalam titrasi.

Sebanyak 0,2 mL ekstrak tanin dicampur dengan 5 mL air mendidih dalam Erlenmeyer, dipanaskan hingga mendidih kembali dan didiamkan selama 10 menit. Setelah didinginkan, volume larutan ditambahkan aquadest hingga mencapai 25 mL dalam labu ukur. Dari larutan tersebut, 2,5 mL diambil dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 mL, lalu ditambahkan 75 mL aquadest dan 2,5 mL indikator indigokarmin. Sebanyak 10 mL dari campuran ini dititrasi dengan larutan $KMnO_4$ hingga warna berubah dari biru tua menjadi kuning keemasan. Volume $KMnO_4$ yang digunakan dicatat, dan proses diulang lima kali. Titrasi blangko dilakukan dengan mencampurkan 75 mL aquadest dan 2,5 mL indikator dalam Erlenmeyer, kemudian diambil 10 mL untuk dititrasi dengan $KMnO_4$ hingga warna berubah menjadi kuning cerah. Titrasi ini juga dilakukan sebanyak lima kali. Kadar tanin dalam sampel dihitung berdasarkan selisih volume $KMnO_4$ antara sampel dan blangko menggunakan rumus :

$$\%Tanin = \frac{(V - V_0) \times NKMnO_4 \times 0,004157 \times FP}{BeratSampel} \times 100\% \quad (3)$$

di mana V adalah volume titrasi sampel, V_0 adalah volume titrasi blangko, N adalah normalitas $KMnO_4$, dan FP adalah faktor pengenceran.

2.3 Uji Biokoagulan terhadap Penurunan Kadar COD dan BOD

Sebanyak 1 liter limbah cair yang berasal dari industri tahu terlebih dahulu dianalisis untuk mengetahui kandungan awal dari beberapa parameter penting, yaitu pH, Total Suspended Solids (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biological Oxygen Demand (BOD). Setelah itu, ekstrak tanin dengan kadar terbaik hasil proses ekstraksi sebelumnya ditambahkan ke dalam limbah cair tersebut sebagai bahan koagulan alami. Campuran antara limbah dan tanin kemudian diaduk menggunakan tangka berpengaduk untuk memastikan proses koagulasi berlangsung merata. Setelah proses pencampuran selesai, limbah cair hasil perlakuan kembali dianalisis untuk mengukur perubahan kadar pH, TSS, COD, dan BOD, sehingga dapat diketahui efektivitas tanin sebagai biokoagulan dalam menurunkan tingkat pencemaran limbah cair industri tahu.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Kadar Tanin dari Daun Mangrove

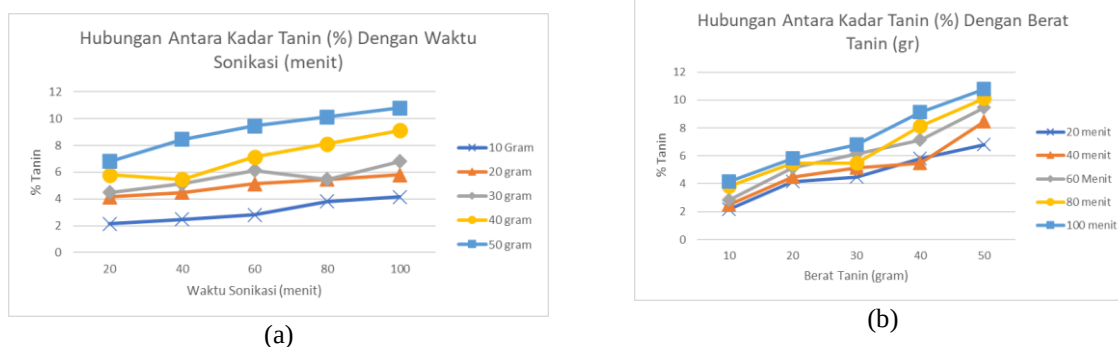
Berikut ini merupakan hasil ekstraksi crude tanin dari daun mangrove dengan menggunakan metode sonikasi dan maserasi:

Tabel 1 Kadar Tanin dari Daun Mangrove dalam persen (%)

Berat Sampel	20 menit	40 menit	60 menit	80 menit	100 menit
10 g	2,155891	2,487567	2,819243	3,814269	4,145945
20 g	4,145945	4,477621	5,140972	5,472647	5,804323
30 g	4,477621	5,140972	6,135999	5,472647	6,7993498
40 g	5,804323	5,472647	7,131025	8,126052	9,121079
50 g	6,79935	8,457728	9,452755	10,11611	10,779457

Tabel 1 menunjukkan bahwa peningkatan berat daun mangrove dan durasi sonikasi yang berfrekuensi 20 khz berbanding lurus dengan jumlah tanin yang berhasil diekstrak. Kadar tanin tertinggi, yaitu 10,7%, diperoleh pada penggunaan 50 g daun dan sonikasi selama 100 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi berat bahan dan waktu sonikasi sangat mempengaruhi efisiensi ekstraksi tanin. Penelitian serupa oleh Rahma dkk. (2022) menemukan bahwa ekstraksi tanin dari daun

rambutan menghasilkan kadar maksimum 7,6502% pada waktu sonikasi 60 menit dan rasio 30/150 gr/mL. Sementara itu, Sari (2022) mendapatkan hasil bahwa daun mangrove mampu menghasilkan kadar tanin yang lebih tinggi, mencapai 13,44%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa selain metode ekstraksi, jenis bahan baku juga berperan penting dalam menentukan hasil akhir. Dengan demikian, pemilihan jenis daun dan optimasi parameter ekstraksi menjadi faktor kunci dalam memperoleh kadar tanin yang maksimal.



Gambar 1 (a) Hubungan antara % kadar tanin dengan waktu sonikasi (menit) (b) Hubungan antara % kadar tanin dengan berat Daun Mangrove (gram)

Gambar 1(a) menunjukkan bahwa kadar tanin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu sonikasi dari 20 hingga 80 menit, namun cenderung melambat pada 100 menit, mengindikasikan titik jenuh. Hal ini menunjukkan bahwa durasi sonikasi yang terlalu lama tidak selalu meningkatkan hasil ekstraksi secara signifikan (Kurniawan, 2021). Peningkatan kadar tanin seiring waktu hanya efektif hingga batas tertentu. Gambar 1(b) menunjukkan bahwa peningkatan berat daun mangrove juga meningkatkan kadar tanin, tetapi hanya sampai titik optimal tertentu. Setelah batas ini tercapai, penambahan berat tidak memberikan peningkatan berarti karena keterbatasan pelarut. Kurniawan (2021) menyatakan bahwa baik waktu sonikasi maupun berat bahan memiliki batas optimal dalam proses ekstraksi tanin.

3.2 Efisiensi Ekstraksi

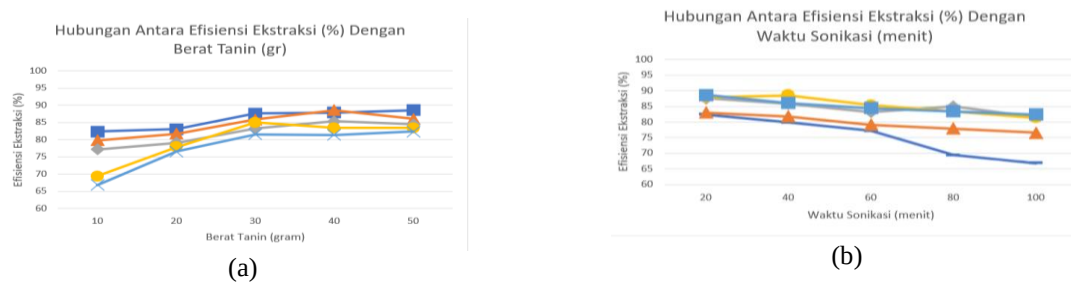
Tabel 2 Kadar Tanin dari Daun Mangrove dalam persen (%)

Berat Sampel	20 menit	40 menit	60 menit	80 menit	100 menit
10 g	82,39897	79,79963	77,20029	69,40228	66,80294
20 g	83,0488	81,74914	79,1498	77,85013	76,55046
30 g	87,59765	85,86476	83,26542	84,99831	81,53252
40 g	87,92256	88,5724	85,32323	83,37372	81,42422
50 g	88,63738	86,03804	84,47844	83,43871	82,39897

Tabel 2 menunjukkan bahwa efisiensi ekstraksi tanin tertinggi terjadi pada waktu 20 menit karena rasio pelarut terhadap bahan masih optimal. Meskipun efisiensi sedikit menurun pada 40 menit, hasilnya masih tergolong tinggi sebelum mengalami penurunan signifikan setelah 60 menit akibat kejenuhan pelarut dan degradasi tanin. Penurunan efisiensi semakin jelas pada 80 dan 100 menit, terutama pada berat bahan rendah seperti 10 g. Waktu ekstraksi optimal berada antara 20 hingga 40 menit, dimana waktu ini memiliki peningkatan jumlah kadar tanin terbanyak yang bergantung pada berat bahan yang digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Purnama (2019), yang melaporkan bahwa ekstraksi selama 40 menit menghasilkan tanin tertinggi sebesar 11,55% dari limbah daun teh.

Gambar 2 (a) menunjukkan bahwa efisiensi ekstraksi meningkat seiring bertambahnya berat tanin, terutama dari 10 hingga 30 g, yang menunjukkan bahwa peningkatan jumlah bahan mendukung peningkatan tanin yang terlarut. Namun, pada berat 40 hingga 50 gram, laju peningkatan efisiensi mulai melambat karena kapasitas pelarut mencapai titik jenuh, sehingga pelarut tidak dapat lagi melarutkan tanin secara optimal. Hal ini sejalan dengan prinsip saturasi dan kelarutan dalam proses ekstraksi, di mana penambahan bahan melebihi kapasitas pelarut akan menghasilkan efisiensi yang stagnan. Sementara itu, Gambar 2 (b) menggambarkan bahwa efisiensi ekstraksi cenderung menurun seiring bertambahnya waktu sonikasi, terutama setelah melewati 60 menit. Penurunan ini disebabkan oleh kemungkinan degradasi struktur tanin akibat paparan energi ultrasonik yang terlalu lama dan potensi

reaksi oksidasi selama proses berlangsung. Oleh karena itu, waktu sonikasi optimal berada di kisaran 20 hingga 40 menit untuk menjaga efisiensi ekstraksi tetap tinggi dan menghindari kerusakan senyawa tanin.



Gambar 2 (a) Hubungan antara efisiensi ekstraksi (%) dengan berat Daun
(b) Hubungan antara efisiensi ekstraksi (%) dengan waktu sonikasi (menit)

3.3 Perbandingan dengan Tawas

Tabel 3 Perbandingan BOD, COD, TSS dan pH limbah cair tahu sebelum dan sesudah diberi koagulan Tanin

	BOD	COD	TSS	pH
Sebelum	1761.39	8756.22	365	3.59
Sesudah	1326.49	6208.96	545	3.71
Efisiensi (%)	24.69073	29.09086	49.31507	3.342618

Tabel 4 Perbandingan BOD, COD, TSS limbah cair tahu sebelum dan sesudah diberi koagulan Tawas

	BOD	COD	TSS
Sebelum	1000	2000	1000
Sesudah	455	88	140
Efisiensi (%)	54.5	95.6	86

Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan tanin dari daun mangrove dalam limbah cair tahu mampu menurunkan BOD dari 1761,39 mg/L menjadi 1326,49 mg/L dan COD dari 8756,22 mg/L menjadi 6208,96 mg/L, meskipun nilai TSS meningkat dari 365 mg/L menjadi 545 mg/L. Peningkatan TSS disebabkan oleh terbentuknya flok yang belum mengendap sempurna, sementara penurunan BOD dan COD menunjukkan kemampuan tanin dalam mengikat dan menggumpalkan partikel organik. Nilai pH juga meningkat sedikit dari 3,59 menjadi 3,71 akibat reaksi netralisasi, namun masih berada di luar batas baku mutu (6,0–9,0) yang ditetapkan Permen LH No. 5 Tahun 2014. Dibandingkan dengan tawas, efisiensi koagulasi tanin jauh lebih rendah—tawas menurunkan BOD, COD, dan TSS dengan efisiensi masing-masing sebesar 54,5%, 95,6%, dan 86% (Ariefanti, 2024). Sementara tanin hanya menurunkan BOD sebesar 24,69%, COD sebesar 29,09%, dan justru meningkatkan TSS. Meskipun begitu, tanin tetap memiliki potensi sebagai koagulan alami yang ramah lingkungan jika proses dan parameternya dioptimalkan.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan lama waktu sonikasi berdampak signifikan terhadap kadar tanin yang dihasilkan. Kadar tanin hasil ekstraksi dengan kadar tertinggi sebesar 10,78% diperoleh pada kondisi ekstraksi dengan berat bahan 50 g dan sonikasi frekuensi 20 kHz selama 100 menit digunakan dalam proses koagulasi limbah tahu. Kondisi ini menghasilkan tanin yang paling efektif sebagai biokoagulan dalam proses koagulasi limbah cair industri tahu. Dalam penelitian yang dilakukan, penggunaan biokoagulan dari tanin daun mangrove menunjukkan hasil penurunan parameter limbah tahu, yaitu penurunan COD sebesar 29,09%, BOD sebesar 24,71%, dan TSS sebesar 49,32%, serta peningkatan pH sebesar 3,34%. Dengan demikian, meskipun tanin dari daun mangrove memiliki potensi sebagai biokoagulan alami, tawas tetap lebih unggul dalam menurunkan beban pencemar pada limbah cair tahu.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, N. R. (2022). Potensi Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Organik Cair di RT.31 Kelurahan Lempake Kota Samarinda. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Mulawarman*, 1(1), 36-41. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.528>
- Bahri, R. (2019). Ekstraksi Kulit Batang Nangka menggunakan Air untuk Pewarna Alami Tekstil. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(2), 73-88. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i2.2683>
- Hujjatusnaini, N. M. B. (2021). *Buku Referensi Ekstraksi*. Palangkaraya: Insitut Agama Islam Negeri Palangkaraya.
- Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Kurniawan, F. P., Aprilianto, V. T., dan Wahyudi, B. (2021). Ekstraksi Crude Tanin dari Kulit Buah Maja dengan Metode Sonikasi. *Journal of Chemical and Process Engineering*, 2(1), 59-62. <https://doi.org/10.33005/chempro.v2i01.83>
- Martina, A. (2018). Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren Red pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(2), 40-45. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.38948>
- Mulyaton, Masrullita, Ginting, Z., Azhari, dan Kurniawan, E. (2022). Karakteristik Tawas Dari Kaleng Minuman Bekas Dengan Katalis KOH dan NaOH Untuk Penjernih Air. *Chemical Engineering Journal Storage*, 2(3), 116-126. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i3.6165>
- Mustaqim, I., dan Habibul, R. V. (2022). Ekstraksi Crude Tanin dari Daun Rambutan dengan Metode Sonikasi dan Maserasi. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3 (12), 1271-1277. <https://doi.org/10.36418/jist.v3i12.553>
- Niawanti, H., Yani, F., Herman, M., dan Rafliansyah, H. (2022). Ekstraksi Tanin Dari Daun Psidium Guajava Menggunakan Metode Soxhlet. *Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 353-359. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.226>
- Pinang, P. W. (2018). Pengaruh Waktu Sonikasi Terhadap Karakteristik Selulosa Asetat Hasil Sintesis Dari Sabut Pinang. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3), 8-26. <https://doi.org/10.25077/jfu.9.3.331-337.2020>
- Rahma, A. J., Kunarto, B., & Putri, A. S. (2022). Ekstraksi Crude Tanin dari Daun Rambutan dengan Metode Sonikasi dan Maserasi. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(12), 1271-1280. <https://doi.org/10.36418/jist.v3i12.553>
- Sarah Chairunnisa, N. M. (2019). Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai Sumber Saponin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7(4), 551-560. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2019.v07.i04.p07>
- Sari, R. W. W., Jamarun, N., Arief, Pazla, R., Yanti, G., dan Ikhlas, Z. (2022). Nutritional Analysis of Mangrove Leaves (*Rhizophora apiculata*) Soaking with Lime Water for Ruminants Feed. *International Conference on Sustainable Animal Resource and Environment*, 10(20), 1-6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1020/1/012010>
- Suryanti, C. A. (2020). Optimalisasi Pemanfaatan Daun Mangrove Menjadi Sabun dan Handsanitizer di Desa Mangunharjo, Tugu, Semarang. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat UNDIP* 2020. <https://proceedings.undip.ac.id/index.php/semnasppm2019/article/download/331/204>
- Tomanda, H. F., dan Sumarni (2021). Ekstraksi Tanin Dari Daun Jambu Biji Sebagai Bahan Penyamak Nabati. *Jurnal Inovasi Proses*, 6(1), 29-33. <https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/distilat/article/download/2236/1720>
- Tuhu Agung R, H. S. (2019). Pengolahan Air Limbah Industri Tahu Dengan Menggumnakan teknologi Plasma. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(2), 19-28. <https://core.ac.uk/download/pdf/12216691.pdf>
- Veronika, E. S., & Puspitasari, N. (2016). Pengambilan Crude Tanin dari Buah Maja (*Aegle marmelos*) dengan Metode "Modified Maceration" dan Pemanfaatannya sebagai Bio-Coagulant. Universitas Narotama Surabaya.

Vionita, N. N. T., dan Insafitri. (2020). Analisis Proksimat Daun Dan Propagul Mangrove (*Avicennia marina* dan *Avicennia Lanata*) Di Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya. *Jurnal Juvenil*, 1(1), 47-57. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i1.6800>