
Pemanfaatan Eco Enzyme dalam Limbah Tekstil untuk Menurunkan Kontaminan Berbahaya dan Mendukung Keberlangsungan Lingkungan

Rafika Aulia Putri¹, Sri Jangkung Laksono Sukardi², Fani Fuadah³, Rusydina Amelia⁴, Henny Parida Hutapea⁵

Program Studi Kimia Industri, Universitas Duta Bangsa Surakarta
Jl. Ki Mangun Sarkoro No. 20, Nusukan, Kec. Banjarsari, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57135
(0271) 7470550
E-mail: rafikaauliaputri1@gmail.com

Abstrak

Peningkatan aktivitas industri tekstil, khususnya batik, berdampak pada meningkatnya volume limbah cair yang mengandung zat warna sintesis organik tinggi serta kontaminan berbahaya seperti logam berat yang berpotensi mencemari lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan mengkaji efektivitas pemanfaatan eco enzyme berbahan dasar limbah kulit nanas sebagai alternatif pengolahan limbah cair tekstil yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental melalui variasi konsentrasi eco enzyme sebesar 0%, 10%, dan 20% dengan waktu tinggal 0 hari, 5 hari, dan 15 hari. Parameter yang dianalisis meliputi karakteristik fisika pada parameter pH, suhu, TDS, warna dan aroma, karakteristik kimia meliputi parameter BOD, COD, dan TSS serta biologi melalui pengamatan pertumbuhan bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan eco enzyme 10% dengan waktu tinggal 5 hari merupakan kondisi paling optimal dalam menurunkan nilai BOD dan COD hingga memenuhi baku mutu limbah tekstil, serta menurunkan TSS secara signifikan. Namun, peningkatan konsentrasi eco enzyme hingga 20% tidak terlalu menghasilkan efisiensi yang lebih baik akibat kemungkinan penurunan efek aktivitas enzim. Secara fisik, eco enzyme menurunkan pH limbah menjadi cenderung asam, sementara suhu tetap berada dalam batas aman. Uji biologi menunjukkan penurunan jumlah bakteri seiring peningkatan konsentrasi eco enzyme. Meskipun belum efektif dalam menurunkan intensitas warna zat warna sintesis, pemanfaatan eco enzyme berpotensi menjadi solusi pengolahan limbah tekstil yang ekonomis mudah di aplikasikan dan ramah lingkungan apabila dikombinasikan dengan metode pengolahan lanjutan.

Kata Kunci: Limbah Tekstil, BOD, COD, Eco enzyme

Abstract

The increase in textile industry activity, particularly batik, has resulted in an increase in the volume of liquid waste containing high levels of synthetic organic compounds and hazardous contaminants such as heavy metals that have the potential to pollute the aquatic environment. This study aims to examine the effectiveness of using pineapple peel-based eco-enzymes as an environmentally friendly and sustainable alternative for treating textile liquid waste. The research method was conducted experimentally by varying the concentration of eco-enzymes at 0%, 10%, and 20% with retention times of 0, 5, and 15 days. The parameters analyzed included physical characteristics (pH, temperature, TDS, color, and odor), chemical characteristics (BOD, COD, and TSS), and biological characteristics through observation of bacterial growth. The results showed that the addition of 10% eco-enzyme with a retention time of 5 days was the most optimal condition for reducing BOD and COD values to meet textile waste quality standards and significantly reducing TSS. However, increasing the Eco Enzyme concentration to 20% did not result in better efficiency due to a possible decrease in enzyme activity. Physically, eco enzyme lowered the pH of the waste to a more acidic level, while the temperature remained within safe limits. Biological tests showed a decrease in the number of bacteria as the eco enzyme

concentration increased. Although it is not yet effective in reducing the color intensity of synthetic dyes, the use of eco enzyme has the potential to be a solution.

Keywords: Textile waste, BOD, COD, Eco enzyme

1. Pendahuluan

Data kementerian perindustrian menunjukkan produktivitas industri batik tercatat sejak tahun 2011 sampai 2015 mengalami kenaikan sebesar 14,7% peningkatan industri batik di Indonesia ternyata menimbulkan persoalan tersendiri dalam kaitanya dengan lingkungan terutama lingkungan perairan (Zainudin & Kesumawaning, 2022). Kadar pencemaran zat warna dalam proses produksi sangat bervariasi baik dari segi jumlah maupun jenisnya hal ini disebabkan karena faktor kapasitas produksi limbah cair pada industri batik umumnya bersifat basa dan kadar senyawa organik yang tinggi yang disebabkan oleh sisa-sisa proses industri (Dyah maharani et al., 2024). Pada umumnya limbah cair industri batik terdiri dari sisa air pewarnaan, sisa lilin dan sisa mori dan air pelorodan (Sondang et al., 2023). Limbah dari industri batik mengandung berbagai macam zat kimia pencemar yang berpotensi menimbulkan pencemaran air diantaranya logam berat kromat (Cr) dan timbal (Pb) yang bersifat toksik umumnya berasal dari zat pewarna (CrCl_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) maupun berasal dari zat mordan yang merupakan zat pengikat warna seperti $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ dan PbCrO_4 Selain mengandung senyawa berbahaya juga dapat meningkatkan COD (chemical oksigen demand) dan menurunkan kualitas perairan (Samiksha & Sahil, 2020) sehingga dapat mengganggu ekosistem perairan (Nurrahma et al., 2025). Selain itu akibatnya dapat menyebabkan peningkatan nilai toksisitas yang lebih tinggi menurunkan kadar oksigen dalam air (Agustina & Yuniarto, 2022) sehingga mempengaruhi kehidupan biota air seperti ikan (Khasanah et al., 2023). Dampak lainnya yaitu meningkatnya COD BOD dan TSS, terjadi perubahan PH serta menimbulkan bau yang tidak sedap (Purwaningrum, 2024).



Gambar 1.1. Limbah Industri Tekstil

Analisis kualitas limbah dapat dilakukan menggunakan metode fisika, biologi, dan kimia (Zakaria et al., 2023) indikator biologi merupakan korelasi perilaku komunitas di alam dengan lingkungan sedangkan indikator kimia dilakukan dengan melakukan analisis BOD, COD dan dissolved oksigen (DO) (Wang et al., 2022). Dengan demikian perlu dilakukan pengujian BOD dan COD untuk mengetahui kondisi limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri tersebut (Andika et al., 2020). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya melainkan hanya mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik tersebut (Made Agus Mahardiananta et al., 2022). Sedangkan COD atau sering disebut *Chemical Oksigen Demand* merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang ada di dalam air secara kimiawi (Yuliantini, 2023).

Eco enzyme merupakan suatu zat organik yang dapat diproduksi dalam skala rumah tangga yang melalui proses fermentasi sisa limbah organik, gula, dan air. Limbah organik yang digunakan berasal dari sisa sampah organik rumah tangga seperti kulit buah (Dyah maharani et al., 2024). Menurut (Bharvi S. Patel et al., 2021) eco enzyme menjadi salah satu alternative dalam

pengolahan limbah tekstil karena memiliki banyak manfaat, salah satu manfaatnya adalah dapat menurunkan kadar pencemaran limbah seperti COD, pH, dan TDS.

Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengkaji efektivitas eco enzyme dan waktu tinggal dalam menurunkan kadar limbah pewarna sesuai dengan kadar baku mutu pada limbah cair industri batik melalui proses kimia, fisika, dan biologi. Metode ini dipilih karena bersifat sederhana, ekonomis dan dapat diaplikasikan oleh pengrajin batik sehingga tidak memerlukan lahan yang luas. dengan demikian diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dalam pengolahan limbah cair industri yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Rochma & Titah, 2017).

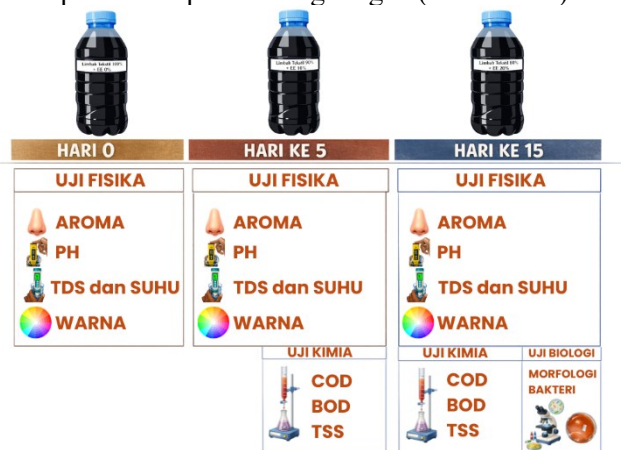
2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode yang berupa eksperimen di laboratorium kimia, Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Duta Bangsa, Surakarta untuk melihat pengaruh dari penambahan eco enzyme terhadap kualitas limbah cair tekstil. Limbah cair tekstil diperoleh dari pembuangan limbah tekstil dari SMK Negeri 1 ROTA Bayat, Klaten. Kemudian akan dilakukan pengujian meliputi pengujian fisika dengan parameter suhu, pH, , kimia, dan biologis yang akan dilakukan pengamatan dihari tertentu.

Penelitian ini berfokus pada limbah cair tekstil yang dengan variasi perlakuan konsentrasi eco enzyme, yaitu 0%, 10%, dan 20%, serta variasi volume limbah tekstil cair 100%, 90%, dan 80% (200 mL, 180 mL, dan 160 mL). Pengamatan dilakukan dalam rentang waktu 0 hari, 5 hari, dan 15 hari, dengan pengujian fisika yang dijadwalkan pada hari ke 0 hari, 5 hari, dan 15, sedangkan pengujian kimia dilakukan pada hari ke 5 dan 15, dan pengujian biologis dilakukan pada hari ke 15.

Bahan Dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah sampel limbah tekstil cair dan eco enzyme dari kulit nanas sesuai dengan variasi perlakuan. Alat yang diperlukan meliputi botol kaca yang digunakan sebagai wadah sampel, bersama dengan gelas kimia, erlenmeyer, gelas ukur, termometer, pipet ukur, labu ukur, neraca analitik, pH meter, oven, buret, statif, klem, kertas saring, corong, cawan petri, kaca preparat, jarum ose, bunsen, mikroskop, cotton buds, batang pengaduk. Bahan yang digunakan meliputi limbah tekstil cair, eco enzyme dari kulit nanas, aquadest, Mangan(II) Sulfat (MnSO₄) 48%, alkali iodida azida, Asam Sulfat (H₂SO₄) 6 N, indikator amilum, Kalium Iodida (KI) jenuh, Kalium Dikromat (K₂Cr₂O₇) 0,25 N, Natrium Tiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,1 N, alkohol, dan nutrient agar, serta beberapa APD seperti sarung tangan (hand scone) dan masker.



Gambar 2.1. Diagram Alir Pengujian Limbah Tekstil Cair

Pengujian Fisika

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan pengukuran laboratorium per 0, 5, dan 15 hari pengujian. Data uji fisika dianalisis dengan pengujian TDS menggunakan *water quality tester pen digital* (pembacaan harus stabil, diulang minimal dua kali, untuk hasil yang akurat). Mengukur pH menggunakan pH meter dan hasil dicatat pada saat stabil. Pengamatan aroma dengan prosedur kualitatif dari 11 panelis didalam wadah tertutup kedap

udara. Pengukuran suhu menggunakan termometer segera setelah sampel diterima, serta mengamati warna dan mencatat hasil pengamatan (termasuk pengenceran jika warna terlalu pekat). (Badan Standardisasi Nasional SNI 6989.27:2019, 2019).

Pengujian Kimia

A. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Mengambil 10 mL sampel ke dalam botol winkler, kemudian encerkan dengan aquadest hingga meluap. Tutup botol dengan rapat dan pastikan tidak ada gelembung udara; sampel selanjutnya diinkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C untuk penentuan DO₅, sedangkan sampel yang tidak diinkubasi digunakan untuk penentuan DO₀. Setelah itu, tambahkan masing-masing 0,5 mL larutan MnSO₄ dan 0,5 mL alkali iodide azida dengan ujung pipet tepat di atas permukaan larutan, lalu segera tutup botol dan homogenkan hingga terbentuk gumpalan yang sempurna. Diamkan selama 5–10 menit sampai gumpalan mengendap dengan sempurna dalam ruangan gelap, kemudian tambahkan 0,5 mL H₂SO₄ pekat dan tutup kembali botol. Homogenkan sampel hingga endapan larut sepenuhnya, lalu pindahkan 20 mL larutan homogen menggunakan pipet ke dalam Erlenmeyer. Tambahkan 0,5 mL indikator amilum, kemudian lakukan titrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ sampai warna biru hilang, dan catat volume titran yang digunakan (Badan Standardisasi Nasional, 2009).

$$DO_0 = \frac{V_{titrasi} \times V_{Na_2S_2O_3} \times 8000 \times FP}{V_{sampel}}$$

$$DO_5 = \frac{V_{titrasi} \times V_{Na_2S_2O_3} \times 8000 \times FP}{V_{sampel}}$$

$$BOD = \frac{|DO_0 - DO_5|}{V_{sampel}} \times V_{keseluruhan}$$

Keterangan :

$V_{titrasi}$	=	Volume titrasi yang digunakan
V_{sampel}	=	Volume sampel yang digunakan
$V_{keseluruhan}$	=	Volume campuran dari keseluruhannya
FP	=	Faktor pengenceran
N	=	0,1N
Na ₂ S ₂ O ₃		

B. Chemical Oxygen Demand (COD)

Mengencerkan 2 mL sampel limbah cair tekstil dengan 8 mL aquadest, kemudian ambil sampel yang telah diencerkan dan masukkan ke dalam Erlenmeyer. Tambahkan 1 mL H₂SO₄ 6N, selanjutnya tambahkan 4 mL K₂Cr₂O₇ dan homogenkan. Panaskan sampel dengan air mendidih selama 10 menit, lalu dinginkan dengan suhu ruang (±25°C) dan bungkus Erlenmeyer dengan aluminium foil. Setelah itu, tambahkan 2 mL larutan KI, kemudian lakukan titrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N hingga terbentuk warna kuning jerami. Tambahkan 7 tetes indikator amilum, lalu lanjutkan titrasi hingga terjadi perubahan warna dari biru menjadi hijau muda. Lakukan prosedur yang sama pada larutan blanko (tanpa sampel), kemudian hitung nilai COD menggunakan rumus yang sesuai (Badan Standardisasi Nasional, 2019b).

$$COD = \frac{(V_{blanko} - V_{sampel}) \times N_{Na_2S_2O_3} \times 8000}{V_{sampel}}$$

Keterangan:

V_{blanko}	=	Volume titrasi pada blanko
V_{sampel}	=	Volume titrasi pada sampel

$$N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 0,1N$$

C. Total Suspended Solids (TSS)

Mengambil 10 mL sampel limbah cair, timbang terlebih dahulu kertas saring yang akan digunakan lalu catat hasilnya, kemudian saring menggunakan kertas saring. Setelah proses penyaringan selesai, masukkan kertas saring yang mengandung endapan ke dalam cawan petri, kemudian keringkan cawan tersebut di dalam oven pada suhu 150°C selama 1 jam. Setelah itu, dinginkan cawan petri yang berisi kertas saring, lalu timbang hingga diperoleh berat yang konstan dan catat hasil penimbangannya (Badan Standardisasi Nasional, 2019).

$$TSS(\text{mg/L}) = \frac{(A - B) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

A= Berat residu dan kertas saring (mg)

B= Berat residu dan kertas saring (mg)

V= Volume Contoh (L)

Pengujian Biologi

Untuk pengujian biologis pada penelitian ini dilakukan dengan pengecekan bakteri menggunakan mikroskop, dengan langkah pertama pembuatan media Nutrient Agar (NA) disiapkan dengan cara menimbang 3 g serbuk Nutrient Agar yang kemudian dilarutkan dalam 100 mL aquadest. Campuran ini dipanaskan di atas hotplate sambil diaduk hingga mencapai homogenitas, lalu disterilkan selama beberapa menit. Setelah itu, campuran didinginkan dan dituangkan secara aseptis ke dalam cawan petri steril, dibiarkan pada suhu ruang hingga mengeras atau memadat sempurna. Selanjutnya, dilakukan isolasi mikroba dari limbah cair tekstil yang telah dicampur dengan eco enzyme. Proses ini dilakukan dengan menyalakan bunsen untuk menjaga kondisi aseptik, mensterilkan jarum ose menggunakan alkohol, dan memijarkannya di nyala bunsen hingga berwarna merah pijar sebelum mendinginkannya. Inokulum diambil dari permukaan sampel dan digoreskan pada media NA dengan menggunakan metode gores tiga bagian (metode T) dengan masing masing bagian terdapat variasi sampel yaitu 80%, 90%, dan 100%. Setelah menutup kembali cawan, inokulum diinkubasi selama ±8 hari sambil mengamati pertumbuhan koloni setiap hari. Koloni murni yang berumur sekitar ±8 hari kemudian diamati morfologinya dengan menyiapkan mikroskop dan kaca preparat. Biakan diambil menggunakan ose yang sudah disterilkan dengan Alkohol, diletakkan pada kaca preparat, dan ditambahkan aquadest untuk membuat preparat basah secara aseptik, kemudian yang terakhir kaca preparat diamati dengan mikroskop pada perbesaran dan 10/0,25 untuk melihat bentuk bakteri yang tumbuh.

$$\text{CFU/ml} = \frac{\text{jumlah koloni}}{\text{volume yang diplate}} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian karakteristik limbah pewarna sintesis tekstil dilakukan agar air limbah sesuai dengan kadar maksimum baku mutu. Pada tabel 3.1 tersaji hasil pengujian dan kadar maksimum baku mutu menurut peraturan menteri lingkungan hidup/badan pengendalian lingkungan hidup Republik Indonesia nomor 12 tahun 2025 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan tekstil.

Tabel 3.1. Hasil Pengujian Sampel Limbah Tekstil

No	Parameter	Sampel	Satuan
----	-----------	--------	--------

		Hari ke-	Limbah 100%	Limbah 90%+10% EE	Limbah 80%+20% EE	Kadar Mutu	
Analisis Kimia							
1.	<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	-	120	64	120	60	mg/L
2.	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	5	224	56	496	150	mg/L
		15	504	624	816		
3.	<i>Total Suspended Solids (TSS)</i>	5	1,8	0,9	1,1	50	mg/L
		15	1,3	1,1	0,4		
Analisis Fisika							
1.	<i>Total Dissolved Solids (TDS)</i>	0	4001	4053	3804	2000	ppm
		5	4095	3955	3825		
		15	4724	4650	4479		
2.	pH	0	6,14	4,34	3,98	6-9	mg/L
		5	6,41	4,88	4,43		
		15	5,15	4,01	3,98		
3.	Suhu	0	22,6	23	22,6	38	°C
		5	26,3	26,4	26,3		
		15	26,4	26,8	25,5		
4.	Aroma	0	2	5	4	-	-
		5	3	5	5		
		15	3	5	5		
5.	Warna	0	4	4	4	-	-
		5	4	4	3		
		15	4	4	4		
Karakteristik Biologi							
1	Jumlah Bakteri	15	12×10^{-1}	8×10^{-2}	2×10^{-2}		CFU/ml

Keterangan Bau:

- 1: Sangat busuk
- 2: Busuk sedang
- 3: Netral
- 4: Aroma segar asam
- 5: Aroma khas ecoenzym

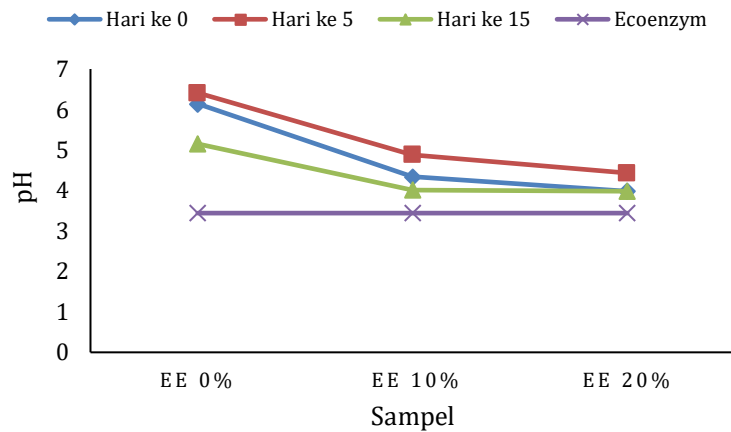
Keterangan Warna:

- 1: Biru
- 2: Biru pekat
- 3: Biru keunguan
- 4: Ungu
- 5: Ungu pekat

Analisis Fisika Limbah Pewarna Tekstil

A. Derajat Keasaman (pH)

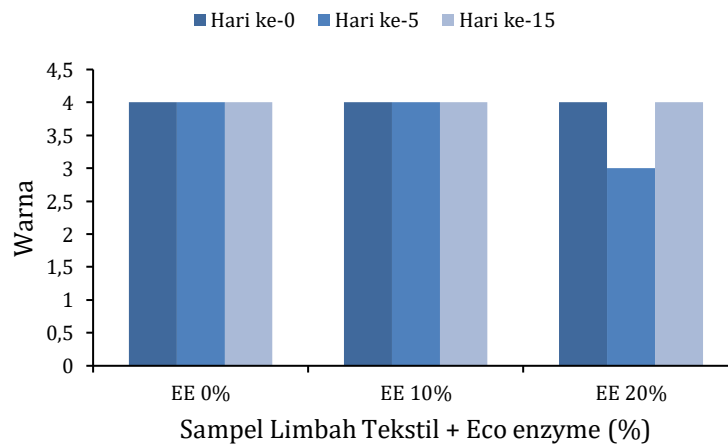
Derajat keasaman menjadi salah satu parameter yang penting dalam analisis kualitas air limbah (Erwindo, 2019). Berdasarkan kadar maksimum baku mutu limbah tekstil kadar pH maksimal berada pada angka 6-9 yaitu pada kadar pH netral.



Gambar 3.1 Grafik Kadar pH Sampel Limbah Tekstil

Dapat dilihat dari grafik 3.1 Bahwa limbah pewarna tekstil tanpa penambahan eco enzyme cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan limbah pewarna tekstil dengan penambahan eco enzyme. Pada hasil pengujian didapatkan bahwa penurunan pH terjadi dikarenakan pH dari eco enzyme sudah cenderung asam sehingga menyebabkan hasil pH pewarna tekstil lebih menurun, hal tersebut sejalan dengan pengujian menurut (Das et al., 2024) penurunan pH pada limbah tekstil dapat dikaitkan dengan sifat asam dari eco enzyme yang mana akan berfungsi dalam menurunkan pH pada limbah. Dengan pH limbah dengan rata-rata asam maka tidak sesuai dengan kadar maksimum baku mutu limbah tekstil.

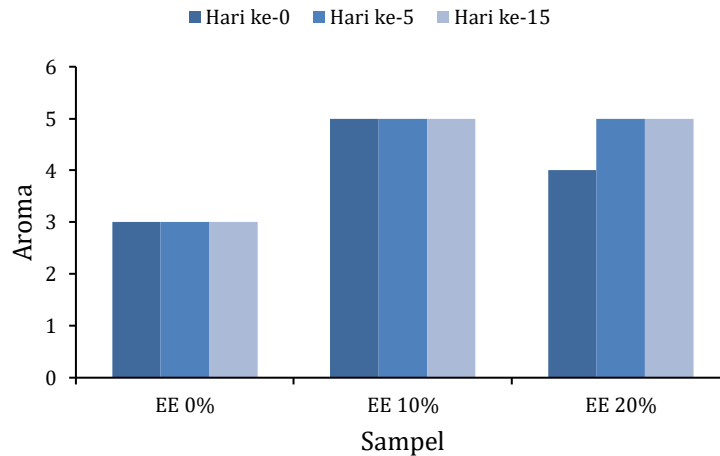
B. Pengujian Warna



Gambar 3.2 Grafik Analisis Warna Sampel Limbah Tekstil

Pada pengujian warna dengan metode organoleptik, menggunakan 5 skala numerik untuk mengukur tingkat persetujuan dari 1-5, dengan keterangan skala 1 sangat buruk, skala 2 busuk sedang, skala 3 netral, skala 4 aroma segar asam, dan skala 5 aroma khas eco enzyme dengan jumlah panelis 11 orang. Berdasarkan gambar 3.2 warna dominan ungu pada limbah tekstil tanpa eco enzyme dan dengan eco enzyme 10% serta 20%. Pada hari ke 5 limbah tekstil dengan 20% eco enzyme didominasi oleh warna biru keunguan. Perubahan warna pada limbah dapat terjadi karena eco enzyme yang memiliki enzim didalamnya namun tidak terlalu berpengaruh secara signifikan pada perubahan warna limbah tekstil (Desai et al., 2020).

C. Pengujian Aroma

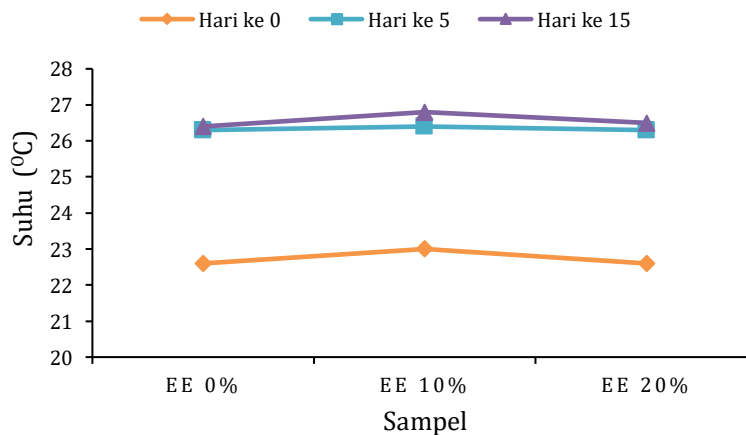


Gambar 3.3. Grafik Analisis Aroma Sampel Limbah Tekstil

Pada pengujian aroma dengan metode organoleptik, menggunakan 5 skala numerik untuk mengukur tingkat persetujuan dari 1-5, dengan keterangan skala 1 sangat buruk, skala 2 busuk sedang, skala 3 netral, skala 4 aroma segar asam, dan skala 5 aroma khas eco enzyme dengan jumlah panelis 11 orang. Berdasarkan gambar 3.3 aroma khas eco enzyme dominan pada limbah tekstil dengan 10% eco enzyme dan 20% eco enzyme pada hari ke-5 dan hari ke-15. Serta limbah tekstil tanpa eco enzyme cenderung beraroma netral. Limbah tekstil yang tidak memiliki aroma kemudian ditambah eco enzyme akan memiliki aroma khas eco enzyme, yang mana aroma eco enzyme lebih kuat dan khas disbanding dengan aroma limbah tekstil. Hal tersebut sejalan dengan (Viza, 2022) bahwa eco enzyme memiliki aroma segar yang khas dan kuat menyengat.

D. Pengujian Suhu

Pada limbah tekstil memiliki regulasi terkait dengan pengolahan limbah agar memenuhi standar lingkungan, pengujian suhu dilakukan agar suhu pada limbah dapat diketahui memenuhi standar mutu.

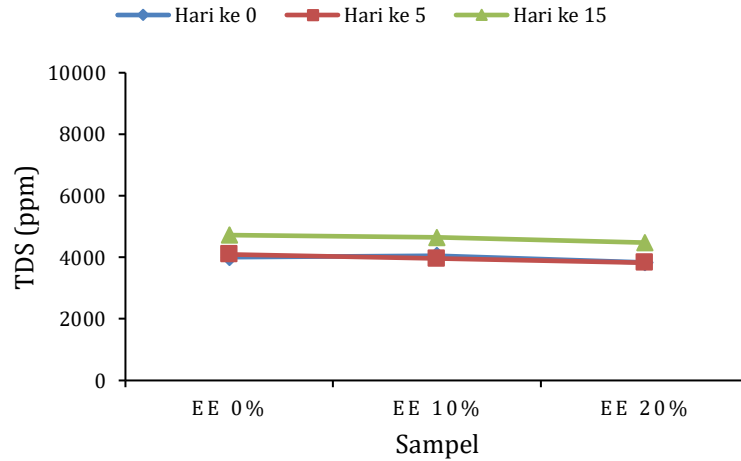


Gambar 3.4. Grafik Suhu Sampel Limbah Tekstil

Pada standar mutu parameter suhu maksimal berada pada suhu 38°C sedangkan pada pengujian yang dilakukan dengan limbah pewarna tekstil berada pada suhu maksimal 26,8°C. Waktu penyimpanan menyebabkan suhu pada limbah tekstil akan meningkat, hal tersebut dikarenakan penyimpanan limbah tekstil berada pada ruang tertutup sehingga terjadi kenaikan

suhu. Semakin tinggi suhu air, mengindikasikan tingginya kandungan bahan kimia (Dewa et al., 2025) sehingga apabila suhu dibawah 38°C maka suhu berarti tidak menyebabkan adanya polusi akibat pembuangan limbah yang dapat merusak ekosistem.

E. Total Dissolved Solids (TDS)



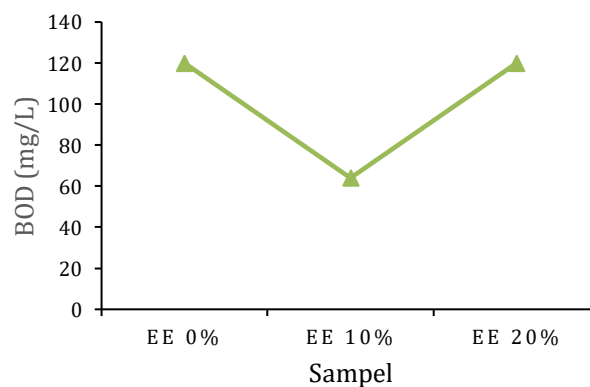
Gambar 3.5. Grafik Analisis TDS Sampel Limbah Tekstil

Berdasarkan hasil kadar TDS dengan variasi hari ke-0 hari ke- 5 dan hari ke-15, menunjukkan perbedaan tanpa perlakuan dan setelah perlakuan. Pada hari ke-5 kadar TDS setelah perlakuan cenderung lebih menurun dibanding dengan hari ke-0, hal tersebut menurut (Rini, 2016) dapat terjadi karena proses pengendapan partikel pada limbah sehingga mengurangi jumlah zat terlarut dalam larutan. Namun pada hari ke-15 kadar TDS mulai mengalami kenaikan, hal tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme yang menghidrolisis zat organik yang sebelumnya tidak larut menjadi larut dalam limbah (Pibo et al., 2025).

Analisis Kimia Limbah Pewarna Tekstil

A. Biological Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand atau yang biasa disebut dengan BOD merupakan kebutuhan biologis yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecah bahan organik secara aerobik (Azizid Daroini & Apri, 2020).



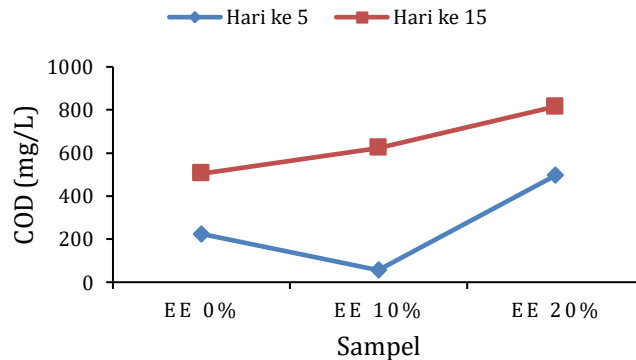
Gambar 3.6 Grafik BOD Sampel Limbah Tekstil

Pada perlakuan limbah tekstil tanpa penambahan eco enzyme menunjukkan kadar BOD sebesar 120 mg/L kemudian ketika ditambahkan dengan eco enzyme dengan kadar 10% kadar BOD menurun hingga 64 mg/L. Penurunan kadar BOD dikarenakan penambahan eco enzyme

sebanyak 10% sesuai dengan penelitian dari (Dunoyer et al., 2020) akan efektif apabila konsentrasi yang digunakan memadai. Namun pada penambahan eco enzyme 20% kadar BOD meningkat, hal tersebut terjadi karena konsentrasi yang berlebih sehingga terjadi penurunan aktivitas enzim karena interaksi molekul enzim yang berlebihan sesuai dengan penelitian (Dirgahayu et al., 2024).

B. Chemical Oxygen Demand (COD)

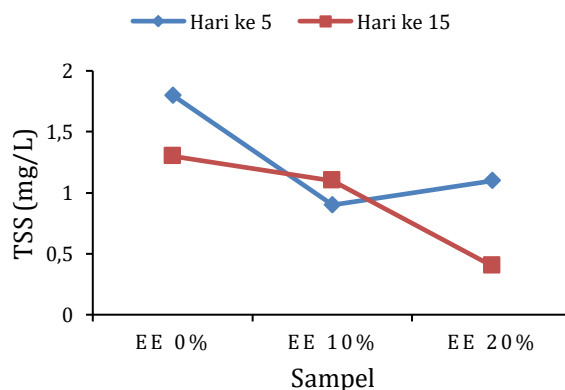
Limbah pewarna tekstil memiliki nilai COD berdasarkan gambar 3.7 pada hari ke-5 kisaran 224 mg/L tanpa penambahan eco enzyme dan meningkat hingga 504 pada hari ke-15. Nilai COD yang meningkat disebabkan oleh semakin banyak oksigen yang diperlukan untuk penguraian bahan organik dalam limbah, dan banyaknya zat organik maupun anorganik yang terkandung dalam limbah (Mareta Nur Shinta Dewi & Suseno, 2023). Penurunan kadar COD mulai turun signifikan 64 mg/L pada pada sampel penambahan eco enzyme 10% setelah penyimpanan 5 hari. Menurut kadar baku mutu limbah tekstil dengan parameter COD 150 mg/L, maka kadar COD dalam limbah tekstil dapat memenuhi standar ketika limbah ditambahkan 10% eco enzyme dengan penyimpanan selama 5 hari



Gambar 3.7 Grafik COD Sampel Limbah Tekstil

C. Total Suspended Solids (TSS)

Berdasarkan hasil pengujian TSS yang diberikan perlakuan dengan penambahan eco enzyme mengalami penurunan dibanding dengan limbah tanpa eco enzyme. Pada dasarnya kualitas dan komposisi enzim yang digunakan akan mempengaruhi efektivitasnya pada TSS



Gambar 3.8 Grafik TSS Sampel Limbah Tekstil

Berdasarkan Gambar 3.8 Pada hari ke 5 TSS mengalami penurunan dari 1,8 mg/L kemudian turun pada angka 0,9 mg/L dengan penambahan eco enzyme 10%. Pada hari ke 15 TSS mengalami penurunan lebih ketika penambahan eco enzyme sebanyak 20% yaitu di angka 0,4

mg/L. Menurut (Dellisa et al., 2023) kadar dan waktu pemberian eco enzyme akan mempengaruhi hasil TSS yang mana dijelaskan bahwa kadar yang tidak sesuai untuk jangka waktu yang singkat tidak akan mudah untuk pengurain polutan.

Analisis Mikrobiologi Limbah Tekstil

Pada pengujian biologi limbah tekstil dengan sampel 100% limbah tekstil, 90% limbah tekstil yang dicampur dengan 10% *eco enzyme* serta 80% limbah p tekstil dengan 20% *eco enzyme*. Pengamatan koloni bakteri dilakukan selama 15 hari di dapatkan hasil bakteri dalam plate yang dapat dihitung dengan rumus CFU. Berdasarkan tabel 3.2 menunjukkan bahwa limbah pewarna tekstil memiliki jumlah bakteri yang sedikit hal tersebut dikarenakan pewarna tekstil cenderung bersifat toksisitas menurut penelitian (Lellis et al., 2019) yang mana semakin tinggi toksisitas maka bakteri semakin sulit bertumbuh. Ditambah dengan *eco enzyme* yang bersifat dapat membunuh virus, kuman, dan bakteri karena mengandung asam asetat dan alkohol (Pratamadina & Wikaningrum, 2022).

4. Kesimpulan dan Saran

Pemanfaatan *eco enzyme* ramah lingkungan telah terbukti efektif mengurangi tingkat pencemaran pada air limbah tekstil, khususnya terkait parameter BOD, COD, dan TSS. Perlakuan optimal dicapai dengan penambahan *ecoenzyme* ramah lingkungan pada konsentrasi 10% dan waktu tinggal 5 hari, yang menghasilkan penurunan signifikan pada nilai BOD dan COD. Penerapan konsentrasi *eco enzyme* ramah lingkungan yang lebih tinggi 20% tidak selalu meningkatkan efektivitas, kemungkinan karena penurunan aktivitas *eco enzyme* pada konsentrasi yang berlebihan. Secara fisik, penambahan enzim ramah lingkungan menyebabkan penurunan pH air limbah karena sifat asamnya, sementara suhu semua sampel tetap dalam batas aman. Nilai TDS tidak stabil akibat dari proses sedimentasi dan aktivitas mikroba selama fermentasi, sedangkan nilai TSS cenderung menurun dengan peningkatan waktu kontak dan konsentrasi *eco enzyme*. Secara organoleptik, *eco enzyme* ramah lingkungan mampu mengurangi bau tidak sedap pada air limbah tekstil. Oleh karena itu, meskipun *eco enzyme* ramah lingkungan dan berpotensi sebagai metode pengolahan lanjutan untuk memastikan bahwa semua parameter kualitas air limbah memenuhi standar yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar penelitian selanjutnya dapat mengombinasikan penggunaan *eco enzim* dengan metode pengolahan lanjut yang lebih spesifik mengingat pada penelitian ini penambahan *eco enzyme* belum menunjukkan perubahan warna pada limbah. Selain itu penelitian lanjutan perlu mengevaluasi efektivitas *ecoenzim* terhadap berbagai jenis dan konsentrasi zat warna sintesis karena karakteristik zat warna yang berbeda dapat mempengaruhi keberhasilan proses pengolahan limbah. Disarankan juga untuk melakukan pengujian lanjutan terhadap kandungan logam berat serta uji toksisitas limbah hasil pengolahan guna memastikan keamanan limbah sebelum dibuang ke air.

Daftar Pustaka

- Agustina, E. B., & Yuniarto, A. H. P. (2022). Study of BOD, COD and TSS Removal in Batik Industry Wastewater using Electrocoagulation Method. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 7(2), 150. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v7i2.59977>
- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Quimica: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan Penentuan Nilai Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (Ppks) Medan. *Quimika*, 2(1), 14–22.
- Azizid Daroini, T., & Apri, A. (2020). Analisis Bod (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Juvenil*, 1(4), 558–567. <http://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.9037ABSTRAK>
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Air dan air limbah – Bagian 72: Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/ BOD)*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019a). *Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi*

- total (total suspended solids/TSS) secara gravimetri.* BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, S. 6989. 2:201. (2019b). *Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (chemical oxygen demand/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri.* BSN.
- Badan Standardisasi Nasional SNI 6989.27:2019. (2019). *Air dan air limbah – Bagian 27: Cara uji padatan terlarut total (total dissolved solids, TDS) secara gravimetri.* BSN.
- Bharvi S. Patel, Bhanu R. Solanki, & Archana U. Mankad. (2021). Effect of eco-enzymes prepared from selected organic waste on domestic waste water treatment. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 10(1), 323–333. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.10.1.0159>
- Das, S. C., Khan, O., Khadem, A. H., Rahman, M. A., Bedoura, S., Uddin, M. A., & Islam, M. S. (2024). Evaluating the biocatalytic potential of fruit peel-derived eco-enzymes for sustainable textile wastewater treatment. *Results in Engineering*, 21(January), 101898. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101898>
- Dellisa, P., Legrans, R. R. I., & Rondonuwu, S. G. (2023). *Pemanfaatan Air Sungai Malalayang Untuk Kebutuhan Air Baku Setelah Melalui Proses Pengolahan Dengan Eco-Enzyme.* 21(86).
- Desai, C., Jain, K. R., & Boopathy, R. (2020). Textiles wastewater treatment technology: A review. *Water Environment Research*, 92(10), 1805–1810. <https://doi.org/10.1002/wer.1437>
- Dewa, R. P., Aryantie, M. H., Amru, K., & Anjani, R. (2025). *Jurnal Teknologi Lingkungan Analisis Kualitas Sumber Air Baku untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Minum di Ibu Kota Nusantara Quality Analysis of Raw Water Sources to Provide Drinking Water Needs in Capital Nusantara.* 26(1), 82–89.
- Dirgahayu, M., Hefnita, Chaerudin, Firdausi, C. A., Iqbal, M., & Fatmawati. (2024). Pengaruh Eco-Enzyme Dalam Menurunkan Polutan Air Limbah Cair. *Journal Unpacti P-ISSN: 2622 – 6014; e-ISSN: 2745 – 8644*, 7(6), 1275–1287.
- Dunoyer, A. T., Cuello, R., & Salinas, R. (2020). *Biodegradation of dairy wastes using crude enzymatic extract of Yarrowia lipolytica ATCC 9773.* 15, 1–9. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Dyah maharani, dwi maya, Rachmani Rizkiati, N., & Febrina, L. (2024). *Perbandingan Efektivitas Penurunan Beban Pencemar Air Limbah Domestik Dengan Penambahan Eco Enzyme.* 12(1), 93–103.
- Erwindo, S. J. (2019). Karakterisasi Air Limbah Batik Di Kota Yogyakarta Dan Kabupaten Bantul Dengan Parameter BOD, COD, DAN TSS. *Jurnal Lingkungan*, 1(7), 1–14.
- Lellis, B., Fávoro-Polonio, C. Z., Pamphile, J. A., & Polonio, J. C. (2019). Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnology Research and Innovation*, 3(2), 275–290. <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>
- Made Agus Mahardiananta, I., Made Aditya Nugraha, I., Putra, P. A. M., & Gede Sura Adnyana, I. (2022). Magnetic Stirrer with Speed Advisor and Timer Based on Microcontroller. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 3(1), 18–25. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i1.11279>
- Mareta Nur Shinta Dewi, & Suseno. (2023). *Jurnal Kimia Dan Rekayasa Analisis Warna Dan Chemical Oxygen Demand (Cod) Pada Air Limbah Industri Tekstil Analysis Of Color And Chemical Oxygen Demand (Cod) In Textile Industry Wastewater.* Januari Tahun, 3(2), 2023.
- Nurrahma, A., Juliani, A., & Lathifah, A. N. (2025). *TUGAS AKHIR Uji Toksisitas dengan Metode Whole Effluent Toxicity (WET) menggunakan Daphnia sp . terhadap Limbah Industri Batik yang menggunakan Zat Warna Alami dan Sintetis Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perenc.*
- Pibo, L., Koly, F. V. L., Karbeka, M., Mautuka, Z. A., Manimoy, H., & Botahala, L. (2025). Pengaruh Eco-Enzyme Kulit Nanas dan Kulit Jeruk Purut Terhadap Perubahan Nilai pH, TDS, dan COD Limbah Cair Tahu. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 8(2), 127–132. <https://doi.org/10.24246/juses.v8i2p127-132>
- Pratamadina, E., & Wikaningrum, T. (2022). Potensi Penggunaan Eco Enzyme pada Degradasi Deterjen dalam Air Limbah Domestik. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2722–2728. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i1.3881>
- Rini, A. (2016). *Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Nanas (Ananas Comosus L. Merr.) Untuk Sediaan Gel Hand Sanitizer Sebagai Antibakteri Staphylococcus Aureus Dan Escherichia Coli.* 1–40.

- Rochma, N., & Titah, H. S. (2017). Penurunan BOD dan COD Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Karbon Aktif Melalui Proses Adsorpsi secara Batch. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 2–7. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.26300>
- Samiksha, S. K., & Sahil, S. S. (2020). Application of Eco-Enzyme for Domestic Waste Water Treatment. *International Journal for Research in Engineering Application & Management (IJREAM)*, 05(11), 10–12.
- Sondang, M. R., Riogilang, H., & Riogilang, H. (2023). Analisis Aplikasi Eco-Enzyme Terhadap Kandungan Logam Berat. *Tekno*, 21(85).
- Viza, R. Y. (2022). Uji Organoleptik Ecoenzyme dari Limbah Kulit Buah. 5, 24–30.
- Wang, X., Jiang, J., & Gao, W. (2022). Reviewing textile wastewater produced by industries: characteristics, environmental impacts, and treatment strategies. *Water Science and Technology*, 85(7), 2076–2096. <https://doi.org/10.2166/wst.2022.088>
- Yuliantini, Y. (2023). Kinerja Metode Analisis Chemical Oxygen Demand (Cod) Secara Titrimetri Dan Spektrofotometri. 1–75. <http://repository.radenintan.ac.id/11375/1/PERPUSPUSAT.pdf%0Ahttp://business-law.binus.ac.id/2015/10/08/pariwisata-syariah/%0Ahttps://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results%0Ahttps://journal.uir.ac.id/index.php/kiat/article/view/8839>
- Zainudin, & Kesumawaning, R. (2022). Pengaruh Eco Enzyme Terhadap Kandungan Logam Berat Lahan Bekas Tambang Batubara (Effect Of Eco Enzyme On Heavy Metal Content In Ex-Coal Mining Land)Ngaruh Eco Enzyme Terhadap Kandungan Logam Berat Lahan Bekas Tambang Batubara. 47, 154–161.
- Zakaria, N., Rohani, R., Wan Mohtar, W. H. M., Purwadi, R., Sumampouw, G. A., & Indarto, A. (2023). Batik Effluent Treatment and Decolorization—A Review. *Water (Switzerland)*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/w15071339>