

Inovasi Teknologi Ozonasi & Sinar UV untuk Filtrasi Limbah Batik Guna Terwujudnya *Environmental Sustainability*

Innovation of Ozonation & UV Ray Technology for Filtration of Batik Waste to Realize Environmental Sustainability

Hestin Wirasti

MAN 2 Kebumen

Jl. Pemuda, Panjer, Kecamatan Kebumen, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah 54312

*Email: Hestin@man2kebumen.sch.id

Naskah Masuk: 21 April 2025 Naskah Revisi: 20 Mei 2025 Naskah Diterima: 3 Juli 2025

ABSTRACT

Kebumen has one of the heritage product, called batik. Batik production produced liquid, solid, and gas waste which contain pollutants. The purpose of this study is to filter and adsorb batik waste so that it does not pollute the surrounding environment. The methods used are ozonation and UV (Ultraviolet) light and the addition of H₂O₂ to remove organic chemical contaminants. The results of the TSS parameters showed a decrease of 92%, the pH parameter decreased by 14.7%, the COD percentage parameter decreased by 88.7%, the BOD percentage decreased by 98.4%, and the Cr-T percentage decreased by 97.7%. The results of the study showed that the initial pH test was 8.6 and the TDS was 500.2 mg/L. Then at 6 hours of testing, the pH results were 8.4 and the TDS was 395 mg/L. At 9 hours of testing, the pH results were 8.1 and the TDS was 270 mg/L. At 12 hours, the pH results were 7.9 and the TDS was 234 mg/L. While at 15 hours, the pH results were 7.4 and the TDS was 146 mg/L, so that at 15 hours the filtration water would come out as specified. The greater water volume, the longer the time required.

Keywords: adsorption, batik, filtration, waste

ABSTRAK

Kebumen memiliki salah satu kekayaan budaya yaitu batik. Produksi batik menghasilkan limbah cair, padat, dan limbah gas yang umumnya mengandung bahan pencemar. Tujuan penelitian ini diharapkan dapat memfiltrasi dan mengadsorpsi limbah batik sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar. Metode yang digunakan adalah dengan ozonasi dan sinar UV (Ultraviolet) serta penambahan H₂O₂ untuk menghilangkan kontaminan zat kimia organik. Hasil dari parameter TSS didapatkan penurunan sebesar 92%, pada parameter pH penurunan sebesar 14,7 %, pada parameter persentase COD penurunannya sebesar 88,7%, persentase BOD penurunan sebesar 98,4%, dan pada persentase Cr-T penurunan sebesar 97,7%. Hasil penelitian menunjukkan pengujian awal pH sebesar 8,6 dan TDS sebesar 500,2 mg/L. Kemudian pada waktu 6 jam pengujian mendapatkan hasil pH sebesar 8,4 dan TDS sebesar 395 mg/L. Pada waktu 9 jam pengujian mendapatkan hasil pH sebesar 8,1 dan TDS sebesar 270 mg/L. Pada waktu 12 jam hasil pH 7,9 dan TDS sebesar 234 mg/L. Sedangkan pada waktu 15 jam mendapatkan hasil pH sebesar 7,4 dan TDS sebesar 146 mg/L, sehingga pada waktu 15 jam air filtrasi akan keluar sesuai dengan yang ditentukan. Makin banyak volume air, maka makin lama waktu yang dibutuhkan.

Kata kunci : adsorpsi, batik, filtrasi, limbah

PENDAHULUAN

Keanekaragaman di Indonesia sangatlah melimpah. Hampir setiap daerah memiliki keanekaragaman dan ciri khas masing-masing. Salah satunya adalah Kebumen yang memiliki Batik Sekar Jagad. Tempat produksinya berada di

Desa Tanuraksan Kecamatan Kebumen Kabupaten Kebumen. Proses pembuatan batik menggunakan pewarna sintesis dan bahan kimia menghasilkan air limbah mengandung zat-zat kimia yang meningkatkan kandungan BOD, COD, TSS, dan warna pada air limbah (Rofiqoh & Harmin, 2024). Menurut IPCC dalam Cahyadi, et

al. (2023) telah memaparkan bahwa *United Nations Framework Convention on Climate* (UNFCCC) mengelompokkan gas rumah kaca menjadi enam jenis, yaitu karbon dioksida (CO₂), nitro oksida (NO_x), sulfur heksafluorida (SF₆), gas metana (CH₄), hidrofluorokarbon (HFCS) dan perfluorokarbon (PFCS). Limbah cair industri juga merupakan penyebab terjadinya kerusakan lingkungan dan dampak bagi makhluk hidup. Kandungan senyawa kimia berbahaya khususnya logam yang terdapat pada air limbah industri secara umum seperti As, CN, Cr, Cd, formalin, Hidrogen peroksida dan fenol dapat membunuh mikroorganisme, serta ion Fe, Ca, Mg, Cl, dan SO₄²⁻, yang dapat mempengaruhi kualitas air (Rahayu *et al.*, 2021).

Industri tekstil batik merupakan sektor industri yang menghasilkan limbah, yang dihasilkan pada industri tekstil batik ialah limbah cair, padat, dan limbah gas. Menurut Rahmadanti *et al.* (2024) proses pembuatan batik yang memerlukan penggunaan air antara lain pencucian kain (*clear starch*), pencelupan kain ke dalam cairan pewarna (*dyeing*), dan pelepasan malam (*wax removal*). Limbah batik menjadi salah satu penyebab pencemaran lingkungan yang memiliki dampak negatif bagi ekosistem kehidupan makhluk hidup. Kandungan limbah cair batik terdiri dari zat kimia dan logam dari pewarna sintesis yang digunakan dalam proses pewarnaan. Menurut Subagyo, & Soelistyowati (2023) zat pewarna sintesis yang digunakan oleh industri tekstil menghasilkan logam berat, antara lain yaitu logam berat Seng (Zn), Tembaga (Cu), Timbal, (Pb), Krom (Cr), Kadmium (Cd), Arsen (As). Selain itu proses pengolahan kain dan pewarnaan, menghasilkan limbah cair yang mengandung zat-zat kimia yang berpotensi meningkatkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan warna air limbah, sedangkan pada kegiatan pelorotan, limbah cair yang dihasilkan memberikan kontribusi meningkatnya *Biological Oxygen Demand* (BOD) air limbah (Apriyani, 2018). Dalam proses pengsteman dan pemanasan lilin industri tekstil batik terdapat asap yang dapat mencemari udara. Limbah gas pada industri tekstil batik memiliki kandungan yang berbahaya karena dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan serta lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pengolahan limbah batik sekar jagad diolah menggunakan karbon. Pengolahan limbah batik menggunakan karbon

belum bisa menyerap senyawa kimia secara optimal.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, dampak limbah industri tekstil batik dari limbah cair dan gas yang dihasilkan dapat menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, peneliti pada penelitian ini menyumbangkan solusi yang inovatif yaitu inovasi teknologi filtrasi dengan kombinasi ozonasi dan sinar UV (Ultraviolet) berbasis otomasi sebagai filtrasi limbah gas dan cair pada industri tekstil batik. Peneliti menggunakan metode ozonasi dengan penambahan H₂O₂. Ozonasi merupakan gas yang bersifat desinfektan atau dapat membunuh mikroorganisme yang bersifat merusak. Limbah gas akan dikondensasikan menjadi cair dengan menggunakan metode pirolisis. Pirolisis yang dimaksud adalah dengan menggunakan kondensor atau pengembunan, supaya gas beracun berbahaya tidak lepas ke atmosfer sehingga terjadinya krisis iklim. Filtrasi limbah cair industri adalah pengolahan air limbah industri menjadi air bersih terkontaminasi bakteri dan senyawa kimia yang bertujuan untuk mewujudkan *sustainable environment* atau lingkungan yang berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah mengolah hasil limbah produksi Industri menjadi air bersih sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia). Hasil dari filtrasi tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan kembali oleh industri tekstil batik untuk pencucian kain, sehingga tidak memerlukan pengeboran air dan tidak mencemari lingkungan sekitar.

TINJAUAN PUSTAKA

Ozonasi

Ozonasi merupakan gas yang bersifat desinfektan atau dapat membunuh mikroorganisme yang bersifat merusak. Fungsi ozon pada saat ini digunakan untuk membunuh alga, mengoksidasi bahan organik, sehingga dapat menghilangkan rasa, bau, dan warna yang tidak diinginkan yang diakibatkan oleh reaksi bahan organik (Yulianto *et al.*, 2020). Ozon merupakan suatu oksidan sangat kuat dan dapat digunakan dalam proses air limbah melalui proses oksidasi lanjutan berbasis ozon (AOPs). AOP sangat efisien dan membutuhkan waktu perawatan yang singkat jika dibandingkan dengan proses tradisional tanpa produksi

lumpur biologis. Ozonasi air limbah memiliki beberapa keuntungan lain seperti peningkatan oksigen terlarut, penurunan kebutuhan oksigen kimia, dan penurunan kekeruhan dan warna. Selain itu, juga berfungsi sebagai oksidan molekul anorganik dan organik, bantuan koagulan, desinfektan, penghilang rasa dan bau, mengendalikan ganggang dan mikroba lainnya (Fathar *et al.*, 2022).

Sinar UV (Ultraviolet)

Ultraviolet merupakan suatu radiasi elektromagnetik yang panjang gelombangnya pendek berkisar antara 100–400nm. Sinar ultraviolet memiliki kemampuan dalam menonaktifkan bakteri, virus, dan protozoa tanpa mempengaruhi komposisi kimia air. Sinar Ultraviolet-c tersebut akan berpenetrasi melalui membran sitoplasma dan membran sel mikroorganisme dan akan melakukan penyusunan ulang molekul DNA mikroorganisme sehingga mikroorganisme tersebut akan berhenti untuk bereproduksi dan akan mati. (Yasmin, 2023).

Liquid Waste

Limbah batik cair merupakan limbah cair yang berasal dari proses pengolahan, pewarnaan dan pencucian pada industri batik, proses ini menghasilkan limbah cair yang mengandung zat-zat berbahaya yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Berdasarkan Jannah I., N dan Muhimmatin I (2019) menyatakan bahan-bahan kimia pada industri batik berasal dari proses pewarnaan, pada proses pewarnaan menggunakan bahan pewarna sintetis. Sifat pewarna sintesis yang stabil ini membuat pewarna ini lebih sulit dan lebih lama untuk bisa terurai dilingkungan sehingga menjadi polutan dan mengganggu keseimbangan lingkungan perairan. Pada pewarna sintetis mengandung senyawa kimia berupa logam berat seperti senyawa logam berat yang terdapat pada buangan industri batik cetak, diduga adalah tembaga (Cu), krom (Cr), Timbal (Pb), Mangan (Mn) dan Nikel (Ni). Limbah cair batik selain mengandung senyawa berbahaya juga dapat meningkatkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) air sehingga dapat mengganggu ekosistem perairan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Eksperimen dilakukan pada limbah batik yang diperoleh dari limbah batik sekar jagad Kebumen.

Waktu dan Tempat Penelitian

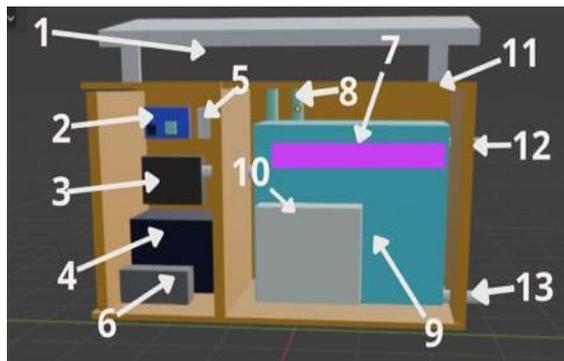
Penelitian ini akan dilakukan mulai dari bulan Mei hingga September 2024. Penelitian ini bertempat di laboratorium kimia dan laboratorium komputer MAN 2 Kebumen Jl. Pemuda, Desa Panjer, Kecamatan Kebumen, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Pengambilan sample limbah batik bertempat di Desa Kampung Batik, Tanuraksan, Kebumen. Pengujian sample berada di UPTD Laboratorium Lingkungan, Pejagoan, Kebumen.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pembuatan prototipe pada penelitian ini yaitu panel surya 10 wp, kontroler 30A, aki kering, kondensor, generator ozon, sinar UV 15 watt, stopkontak, pompa air, selenoid, sensor pH, sensor TDS, sensor ultrasonik, relay, stepdown, kabel jumper, kabel listrik, Arduino UNO, LCD. Adapun bahan yang digunakan antara lain yaitu pipa, kayu, baut, obeng, limbah gas dan cair, kaca akrilik, H₂O₂ (Hidrogen peroksida) 50%, lem pipa, lem kaca, selang.

Rancangan dan Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis data kuantitatif yaitu data yang diperoleh melalui objek penelitian dengan data yang dinyatakan dalam bentuk angka. Teknik perolehan data pada penelitian ini yaitu dengan cara melakukan eksperimen, observasi, dan studi literatur. Adapun cara memperoleh data yaitu dengan hasil pengujian sample awal dan akhir dalam bentuk tabel, grafik maupun diagram batang supaya lebih mudah dalam menganalisis data. Penelitian diawali dengan pengambilan limbah batik, eksperimen menggunakan alat yang sudah dirancang, pengujian sampel di Laboratorium UPTD Kebumen tertera pada Gambar 1.



Gambar 1.

Desain Alat Filtrasi (Dokumentasi Pribadi)

Berikut ini merupakan penjelasan pada Gambar 1.

1. Panel surya sebagai sumber energi dengan mengkonversi energi surya menjadi energi Listrik.
2. Kontroler digunakan mengatur energi yang didapatkan dari panel surya.
3. Generator ozon digunakan untuk ozonasi limbah batik.
4. Aki digunakan untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya.
5. Stopkontak digunakan untuk menghubungkan listrik ke lampu ultraviolet dan generator ozon.
6. Black Sistem sebagai tempat penyimpanan sensor otomatis.
7. Lampu Ultraviolet digunakan untuk mempercepat proses ozonasi limbah batik.
8. Sensor PH dan TDS digunakan untuk mendeteksi PH dan TDS air limbah saat difiltrasi.
9. Bak dari kaca akrilik sebagai tempat untuk menampung limbah batik saat difiltrasi.
10. Bak dari kaca akrilik sebagai tempat untuk penyimpanan H_2O_2 .
11. Sensor Ultrasonik untuk memberikan informasi kepada selenoid untuk buka tutup otomatis.
12. Selenoid digunakan untuk buka tutup otomatis untuk limbah cair batik masuk dan akan menutup ketika bak sudah penuh.
13. Sesudah sesuai dengan PH dan TDS yang ditentukan, maka air bersih maka air akan

keluar untuk dialirkan kepenampungan air bersih menggunakan pompa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah industri tekstil batik merupakan salah satu limbah yang mencemari lingkungan bahkan dapat menyebabkan penyakit bagi kesehatan makhluk hidup. Pramesti, T. (2022) menyatakan bahwa bahan kimia yang digunakan antara lain soda kostik ($NaOH$), soda abu (Na_2CO_3), soda kue ($NaHCO_3$), asam sulfat (H_2SO_4), sulfida, nitrit, dan teepol, sedangkan pewarna yang digunakan antara lain pewarna asam, pewarna basa, pewarna langsung, pewarna reaktif, pewarna naftol, dan pewarna bejana. Menurut Gala (2023) bahwa pencemaran limbah batik umumnya ditandai dengan kenaikan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), serta logam berat. Kenaikan COD dan BOD menunjukkan tingginya kandungan senyawa organik pada air yang berkorelasi terhadap penurunan kemurnian air.

Salah satu logam berat yang sering dijumpai pada limbah batik adalah krom heksavalen atau Cr (VI) sangat beracun karena tidak memiliki fungsi biologis dan berpotensi menyebabkan kanker, serta kemampuannya untuk larut dalam air yang lebih tinggi, sehingga lebih mudah memasuki tubuh makhluk hidup. Hasil pengujian parameter air limbah digunakan untuk mengetahui kandungan pada limbah cair batik. Berikut merupakan hasil dari uji parameter limbah cair batik awal pada Tabel 1. Hasil pengujian parameter limbah cair batik awal atau sebelum filtrasi, diketahui bahwa limbah cair batik di daerah penelitian yang melebihi baku mutu yaitu TTS, COD, dan BOD. Limbah cair batik dihasilkan dari hasil penglorotan atau pencucian untuk menghilangkan sisa warna pada kain batik. Selain itu, obat atau pewarna yang sudah terpakai juga sangat mencemari lingkungan karena sudah tidak terpakai kembali dan belum dimanfaatkan, sehingga sisa pewarna atau obat tersebut sangat mempengaruhi TTS, COD, dan BOD secara signifikan.

Tabel 1.
 Hasil Uji Limbah Cair Batik Awal

| No. | PARAMETER | SATUAN | HASIL UJI | BAKU MUTU**) | METODE UJI |
|-----|----------------------------------|--------|-----------|--------------|------------------|
| 1. | Total Padatan Tersuspensi (TTS) | mg/L | 96,33 | 50 | SNI 6889.3:2019 |
| 2. | pH | - | 8,76 | 6-9 | SNI 6889.11:2019 |
| 3. | Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) | mg/L | 740,8 | 150 | SNI 6889.2:2019 |
| 4. | Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD) | mg/L | 493,7 | 60 | SNI 6889.72:2009 |
| 5. | Chrom Total, Cr-T | mg/L | 0,97 | 1,0 | SNI 6889.17:2019 |

Adapun hasil uji yang di bawah baku mutu yaitu pH dan Cr-T. Hasil parameter pH di daerah penelitian tidak melebihi baku mutu air limbah yaitu 6-9. Menurut Rizki *et al.*, (2021) bahwa air basa atau alkali adalah air dengan pH 7,6 sampai 9,5. Air alkali bila rutin diminum ias membantu mencegah timbulnya penyakit dalam tubuh manusia. Adapun Chrom Total (Cr-T) yang hampir mendekati baku mutu yaitu 0,97. Konsentrasi Cr tersebut melewati ambang baku mutu menurut peraturan Gubernur Kalsel No. 4 Tahun 2007 di mana kandungan Cr total maksimum yang diizinkan adalah 0,1 mg/L. Konsentrasi Cr yang berlebih akan menimbulkan terganggunya biota perairan dan kesehatan manusia seperti iritasi kulit, anemia berat, kerusakan susunan saraf dan lain-lain yang dapat

terjadi dalam waktu jangka panjang (Hayati *et al.*, 2018).

Adapun hasil uji TDS limbah awal pada penelitian ini yaitu 500,2 mg/L yang diketahui tidak melebihi baku mutu air limbah, akan tetapi dikatakan sangat buruk pada baku mutu air bersih.

Limbah gas industri tekstil batik juga dapat menyebabkan polusi udara. Limbah gas ini dihasilkan dari hasil memanaskan lilin untuk malam pada batik tulis dan hasil dari penguncian dengan proses dikukus pada batik cap ataupun *printing*. Pengujian parameter limbah gas batik digunakan untuk mengetahui kandungan limbah gas batik yang berbahaya seperti CO, NO₂, dan SO₂. Berikut merupakan hasil pengujian parameter limbah gas batik yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2
 Hasil Uji Parameter Ambien Limbah Gas Batik

| No. | PARAMETER | SATUAN | HASIL UJI | BAKU MUTU**) | METODE UJI |
|-----|-----------------|-------------------|-----------|--------------|------------------------|
| 1. | Suhu Udara | °C | 35 | - | Higrometer |
| 2. | Tekanan Udara | mm/Hg | 715 | - | Barometer |
| 3. | Kelembaban | %RH | 51 | - | Higrometer |
| 4. | Kondisi Cuaca | - | Cerah | - | Visual |
| 5. | CO | µg/m ³ | 20,4 | - | CO Single gas Detector |
| 6. | NO ₂ | µg/m ³ | 0,29 | 200 | SNI 7119.2-2017 |
| 7. | SO ₂ | µg/m ³ | 1,30 | 150 | SNI 7119.7-2017 |

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Parameter Ambien Limbah Gas Batik (Agustus, 2024)

Berdasarkan hasil uji parameter ambien limbah gas batik pada Tabel 2 bahwa gas berbahaya CO, NO₂, dan SO₂ pada udara sekitar tidak melebihi baku mutu sehingga tidak terlalu bahaya. Limbah gas pada penelitian ini diambil pada proses penguncian pada batik cap. Emisi yang dihasilkan oleh industri batik dapat berasal dari beberapa sumber emisi Gas Rumah

Kaca (GRK), dominan berasal dari proses pematikan dan pelorodan yang menggunakan bahan bakar minyak tanah, gas, listrik. Emisi udara yang dikeluarkan tersebut pada umumnya mengandung bahan pencemar berupa partikulat (debu), ataupun berupa gas seperti NO₂, CO₂ dan SO_x. Sementara konsumsi energi yang digunakan untuk kegiatan

pengolahan limbah cair dan padat pada industri batik juga memberi kontribusi terhadap perhitungan emisi GRK (Indrayani, 2019). Sedangkan suhu udara, tekanan udara, kelembaban, serta kondisi cuaca pada penelitian ini dapat dikatakan masih dalam kondisi normal. Limbah gas akan di kondensasi untuk mengubah gas menjadi uap air, sehingga dapat difiltrasi menjadi satu dengan limbah cair. Hasil dari pengujian limbah gas menjadi cair yaitu dengan pH 7,15 dan TDS di bawah 150 sehingga didapatkan hasil netral atau normal untuk pH dan TDS.



Gambar 2.
 Desain Alat yang Digunakan

Gambar 2 merupakan gambar alat pada penelitian ini untuk menghilangkan kontaminan dari limbah industri batik agar dapat memenuhi standar pembuangan atau penggunaan kembali. Proses ini melibatkan berbagai teknik untuk memisahkan padatan, cairan, dan gas dari limbah yang dihasilkan selama proses industri.

Filtrasi dilakukan melalui proses oksidasi dengan menggunakan kombinasi antara ozonasi dan penambahan H_2O_2 dan radiasi sinar ultraviolet. Senyawa H_2O_2 (hidrogen peroksida) adalah agen pengoksidasi yang berinteraksi dengan ozon dalam proses oksidasi. Ketika ozon dan H_2O_2 digunakan bersama, mereka dapat menghasilkan radikal hidroksil (OH) yang reaktif. Selanjutnya terjadi reaksi fotokalis ozon (O_3) fotolisis ozon adalah proses di mana ozon (O_3) terurai ketika terkena radiasi ultraviolet (UV). Proses ini menghasilkan oksigen (O_2) dan radikal oksigen (O), yang berinteraksi dengan hidrogen peroksida (H_2O_2), untuk menghasilkan radikal hidroksil (OH) yang reaktif.

Radikal hidroksil (OH) yang dihasilkan dari kombinasi ozon, H_2O_2 , dan UV efektif dalam mengoksidasi dan memecah senyawa organik dalam limbah batik, termasuk pewarna, memecah senyawa organik dan penurunan parameter kualitas air TSS, PH, COD, BOD dan Cr Total. Radikal hidroksil akan menyerang ikatan dalam senyawa organik, menguraikan senyawa kompleks menjadi produk yang lebih sederhana, yang sering kali lebih mudah terurai. Proses tersebut dilakukan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan untuk menentukan konsentrasi yang efektif untuk filtrasi limbah. Berikut merupakan hasil perbandingan konsentrasi sampel limbah batik.

Tabel 3
 Hasil Perbandingan Konsentrasi Sampel Limbah Batik

| NO. | WAKTU | H_2O_2 50% | UKURAN | WARNA |
|-----|---------------------|--------------|---------|---|
| 1. | 0 (kondisi awal) | 0 ml | 1000 ml |  |

| NO. | WAKTU | H ₂ O ₂ 50% | UKURAN | WARNA |
|-----|--------|-----------------------------------|---------|--|
| 2. | 6 jam | 2 ml | 1000 ml |  |
| 3. | 9 jam | 2,5 ml | 1000 ml |  |
| 4. | 12 jam | 3 ml | 1000 ml |  |

Berdasarkan Tabel 3, hasil perbandingan konsentrasi sample limbah batik pada waktu 6 jam dengan penambahan H₂O₂ 50% sebesar 2 ml/L didapatkan penurunan kadar warna menjadi oranye sedikit pudar. Pada hasil analisa 9 jam dengan penambahan H₂O₂ 50% sebesar 2,5 ml didapatkan penurunan kadar warna limbah batik menjadi oranye sangat pudar. Pada hasil analisa 12 jam dengan penambahan H₂O₂

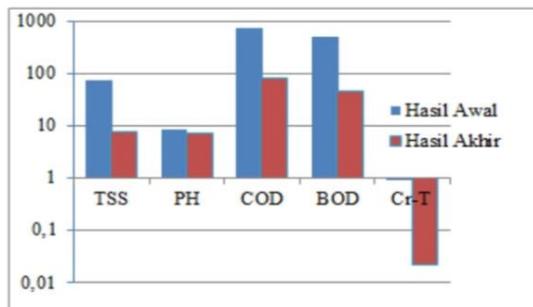
50% sebesar 3 ml didapatkan penurunan kadar warna limbah batik menjadi bening/tidak berwarna. Dari data diatas didapatkan hasil konsentrasi yang terbaik adalah 12 jam dengan penambahan H₂O₂ 50%sebesar 3 ml/L sehingga dapat mengubah warna limbah merah pekat menjadi tidak berwarna. Setelah mengetahui hasil yang terbaik maka akan di uji parameter akhir. Hasil uji parameter akhir dapat diketahui pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4
 Hasil Uji Parameter Akhir

| No. | PARAMETER | SATUAN | HASIL UJI | BAKU MUTU | METODE UJI |
|-----|----------------------------------|--------|-----------|-----------|------------------|
| 1. | Total Padatan Tersuspensi (TTS) | mg/L | 7,67 | 50 | SNI 6889.3:2019 |
| 2. | pH | - | 7,47 | - | SNI 6889.11:2019 |
| 3. | Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) | mg/L | 83,73 | 150 | SNI 6889.2:2019 |
| 4. | Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD) | mg/L | 45,96 | 60 | SNI 6889.72:2009 |
| 5. | Chrom Total, Cr-T | mg/L | 0,022 | 1,0 | SNI 6889.17:2019 |

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Lingkungan Kebumen Parameter Akhir (September, 2024)

Berdasarkan hasil uji laboratorium pada Tabel 4, dapat dikatakan bahwa filtrasi pada penelitian ini telah menurunkan kadar TSS, pH, COD, BOD, dan Cr-T yang signifikan dan tidak lebih dari baku mutu yang telah ditentukan. Tabel 4 menunjukkan hasil TSS yaitu 7,67 mg/L yang telah menurun dan tidak melebihi baku mutu. Adapun hasil pH adalah 7,47 yang dapat dikatakan pH telah normal. Pada COD mendapatkan penurunan yang signifikan yaitu menghasilkan 83,73 mg/L. Pada BOD mendapatkan hasil 45,96 mg/L dan tidak melebihi baku mutu. Adapun hasil dari Chrom Total (Cr-T) yaitu 0,022 mg/L. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa setelah di filtrasi kadar menurun drastis dan tidak melebihi baku mutu limbah dengan metode uji SNI, sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar. Berikut merupakan grafik perbedaan konsentrasi awal dan akhir serta perbandingan sensor otomasi.

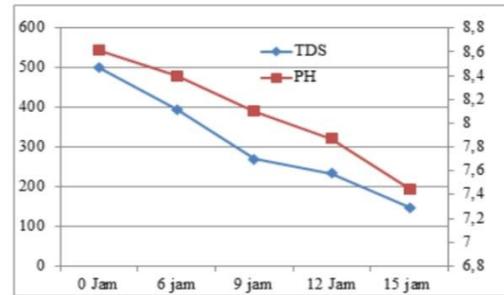


Gambar 3

Grafik Perbandingan Uji Awal & Akhir

Gambar 3 menunjukkan grafik perbandingan uji parameter limbah awal dan limbah akhir yang telah difiltrasi. Pada gambar tersebut hasil dari parameter TSS didapatkan penurunan sebesar 92%, pada parameter pH penurunan sebesar 14,7%, pada parameter persentase COD penurunannya sebesar 88,7%, pada persentase BOD penurunan sebesar 98,4%, dan pada persentase Cr-T penurunan sebesar 97,7%. Pada data tersebut dapat diketahui penurunan persentase perbandingan parameter menurun secara signifikan, hal ini dikarenakan adanya penambahan H₂O₂ 50% dan adanya metode ozonasi yang memecah

partikel-partikel serta penambahan sinar UV, sehingga dapat mempercepat reaksi pada filtrasi.



Gambar 4

Grafik Hasil Uji Alat

Gambar 4 merupakan grafik hasil uji alat dengan pengujian sistem otomasi pada alat dengan keterangan pada bagian kanan adalah data perhitungan pada pH, sedangkan bagian kiri merupakan keterangan. Sistem otomasi menggunakan sensor pH dan sensor TDS untuk menguji alat. Pada grafik tersebut didapatkan hasil awal yaitu pH sebesar 8,6 dan TDS sebesar 500,2 mg/L. Kemudian pada waktu 6 jam mendapatkan hasil pH sebesar 8,4 dan TDS sebesar 395 mg/L. Pada waktu 9 jam mendapatkan hasil pH sebesar 8,1 dan TDS sebesar 270 mg/L. Pada waktu 12 jam hasil pH sebesar 7,9 dan TDS sebesar 234 mg/L. Sedangkan pada waktu 15 jam mendapatkan hasil pH sebesar 7,4 dan TDS sebesar 146 mg/L, sehingga pada waktu 15 jam air filtrasi akan keluar sesuai dengan yang ditentukan. Perbedaan pada volume air sangat berpengaruh pada waktu sehingga apabila volume air makin banyak, maka akan makin lama waktu yang dibutuhkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil dari parameter TSS didapatkan penurunan sebesar 92%, pada parameter pH penurunan sebesar 14,7%, pada parameter persentase COD penurunannya sebesar 88,7%, persentase BOD penurunan sebesar 98,4%, dan pada persentase Cr-T penurunan sebesar 97,7%. hasil awal pada alat yaitu pH sebesar 8,6 dan TDS sebesar 500,2 mg/L. Kemudian pada

waktu 6 jam mendapatkan hasil pH sebesar 8,4 dan TDS sebesar 395 mg/L. Pada waktu 9 jam mendapatkan hasil pH sebesar 8,1 dan TDS sebesar 270 mg/L. Pada waktu 12 jam hasil pH 7,9 dan TDS sebesar 234 mg/L, sedangkan pada waktu 15 jam mendapatkan hasil pH sebesar 7,4 dan TDS sebesar 146 mg/L, sehingga pada waktu 15 jam air filtrasi akan keluar sesuai dengan yang ditentukan. Perbedaan pada volume air sangat berpengaruh pada waktu sehingga apabila volume air makin banyak, maka akan makin lama waktu yang dibutuhkan.

Saran

Penelitian ini perlu dikembangkan lagi agar mencapai hasil yang lebih maksimal. Peran dan dukungan dari berbagai pihak dibutuhkan dalam keberlanjutan inovasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, E. B., Yuniarto, A. H. P., Rachman, D. A., & Dewi, A. T. (2022). Pengaruh Jarak Elektroda dan Waktu Terhadap Kandungan COD dan TSS Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Batik. *Lontar Physics Today*, 1(1), 45–50. <https://doi.org/10.26877/lpt.v1i1.10669>
- Apriyani, N. (2018). Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 3(1), 21–29. <https://doi.org/10.33084/mitl.v3i1.640>
- Cahyadi, N. H., Vanny Nastiti, Anugerah Ekha Gusti Audryadmaja, & Denny Oktavina Radianto. (2023). Perancangan Sistem Penentuan Kualitas Lingkungan Kerja Berdasarkan Multy Parameter Input Menggunakan Metode Mamdani Fuzzy Inferensi System (FIS). *Journal of Health (JoH)*, 10(2), 119–128. <https://doi.org/10.30590/joh.v10n2.646>
- Correa, E. F. M. d. G. C., 2019. Advanced Oxidation Processes for the Removal of Antibiotics from Water. *Water*.
- Fauzia, L., Hardian, H., & Sumekar, T. (2015). Hubungan Antara Paparan Asap Pembakaran Lilin Batik Dengan Fungsi Paru Pengrajin Batik Tulis. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 4(4), 1119–1131.
- Gala, K. A., Pangaribuan, S. B., Priyabekti, Y. S., & Hartanto, S.T. M.Eng, D. T. (2023). Bioremediasi Limbah Cair Batik Di Yogyakarta Menggunakan Bahan Alami yang Diintegrasikan dengan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Lomba Karya Tulis Ilmiah*, 4(1), 69–87. Retrieved from <https://journal.ittelkom-sby.ac.id/lkti/article/view/283>
- Hamzah, A. H. P. (2022). Pemanfaatan Ozon Sebagai Teknologi Berkelanjutan Daur Ulang Air Limbah Domestik Hotel X Lembang. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(2), 96–103. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i2.234>
- Hayati, G. I., Pertiwi, B., & Ristianingsih, Y. (2018). Pengaruh Variasi Konsentrasi Adsorben Biji Trembesi Terhadap Penurunan Kadar Logam Kromium (Cr) Total Pada Limbah Industri Sasirangan. *Konversi*, 5(2), 1. <https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4760>
- Indrayani, L. (2019). Perhitungan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Dari Sektor Industri Batik Berdasarkan Metode Ipcc Guidelines (2006). *Jurnal Envirotek*, 11(1). <https://doi.org/10.33005/envirotek.v11i1.1305>
- Jannah, I. N., & Muhimmatin, I. (2019). Pengelolaan Limbah Cair Industri menggunakan Mikroorganisme di Kecamatan Cluring Kabupaten Banyuwangi. *Warta Pengabdian*, 13(3). <https://doi.org/10.19184/wrtp.v13i3.12262>
- Puspitasari, A., Tania, A. P., & Triana, N. W. (2023). Pengolahan Limbah Cair Batik dengan Metode Ozonasi untuk Menurunkan Kadar COD dan TSS. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(2). https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v17i2.3781
- Rahayu, A., Fadhillah Hanum, F., Aldilla Fajri, J., Dwi Anggraini, W., & Khasanah, U. (2021). Review: Pengolahan Limbah Cair Industri dengan Menggunakan Silika a Review: Industrial Liquid Waste Treatment Using Silica. *Open Science and Technology*,

- 02(01), 2776-169. Retrieved from <https://opscitech.com/journal>.
- Rahmadanti, T., Utami, A., Gomareuzzaman, M., Muryani, E., & Algary, T. A. (2024). *Evaluasi Tingkat Pencemaran Air Tanahakibat Limbah Cair Industri Batik menggunakan Metode Indeks Pencemaran di Kalurahan Wukirsari, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumian SATU BUMI, 5(1). <https://doi.org/10.31315/psb.v5i1.11633>
- Rizki, L., Hakim, L., Zulnazri, Z., Muhammad, M., & Jalaluddin, J. (2021). Pembuatan Air Minum Alkali Menggunakan Metode Elektrolisis. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 1(3), 27. <https://doi.org/10.29103/cejs.v1i3.4805>
- Rofiqoh, A. N., & Titah, H. S. (2024). Penurunan Kandungan BOD, COD, TSS, dan Warna pada Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Cyperus papyrus dan Eleocharis dulcis dengan Sistem Reed Bed. *Jurnal Teknik ITS*, 13(2), F77-F82.
- Subagyo, P. K., & soelistyowati, soelistyowati. (2023). Pengaruh Zat Pewarna Sintetis Terhadap Pewarnaan Kain Batik. *Folio*, 2(2). Retrieved from <https://journal.uc.ac.id/index.php/FOLIO/article/view/3476>
- Yasmin, H. Z. (2023). Efektivitas Kombinasi Konsentrasi Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Dan Waktu Kontak Sinar Ultraviolet-C Terhadap Penurunan Bakteri Coliform Pada Limbah Cair Rs Pku Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 72-82. <https://doi.org/10.14710/jkm.v11i1.34578>
- Yulianto, R., Prihanto, R. L., Redjeki, S., & Iriani, I. (2020). Penurunan Kandungan COD dan BOD pada Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Ozonasi. *ChemPro*, 1(01), 9-15. <https://doi.org/10.33005/chempro.v1i01.27>

BIODATA PENULIS

Hestin Wirasti, lahir pada tanggal 12 Februari 1997 di Kebumen. Pendidikan terakhir Magister Pendidikan Kimia dan bekerja sebagai guru di MAN 2 Kebumen.