

Identifikasi Logam Berat pada Limbah Cair Batik Menggunakan *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*

Identification of Heavy Metals in Batik Liquid Waste Using Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

¹Mutiara Indah*, ²Wiji Utami

¹Prodi Kimia, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Thaha Saifuddin Jambi
Perumahan Amanah Sejahtera 3, Blok K4. Kode Pos 36361

*e-mail: mutiarajaesa@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair batik mengandung polutan logam berat yang berbahaya bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan konsentrasi logam berat dalam limbah cair batik dari delapan lokasi industri di Jambi (Sampel I-VIII). Sampel limbah cair dianalisis menggunakan instrumen *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS). Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi konsentrasi 13 jenis logam berat Ag, As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn dan Zn dengan beberapa logam Ag, Cd, Hg melebihi baku mutu Permen LHK No. 5 Tahun 2014. Penggunaan ICPMS pada limbah cair batik Jambi adalah cara inovatif untuk mengetahui pencemaran logam berat secara lebih tepat. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman tentang dampak limbah batik terhadap lingkungan dan kesehatan di Jambi, serta membantu pengembangan strategi pengelolaan limbah yang lebih baik.

Kata kunci: ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*), Limbah Cair Industri Batik, Pencemaran Logam Berat.

ABSTRACT

Batik liquid waste contains heavy metal pollutants that are harmful to the environment. This study aims to identify the types and concentrations of heavy metals in batik liquid waste from eight industrial locations in Jambi (Samples I-VIII). Liquid waste samples were analyzed using an Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) instrument. The results showed variations in the concentrations of 13 types of heavy metals Ag, As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn and Zn with several metals Ag, Cd, Hg exceeding the quality standards of the Minister of Environment and Forestry Regulation No. 5 of 2014. The use of ICP-MS on Jambi batik liquid waste is an innovative way to determine heavy metal pollution more precisely. This study is expected to improve understanding of the impact of batik waste on the environment and health in Jambi, as well as help develop better waste management strategies.

Keywords: Batik Industry Liquid Waste, Heavy Metal Pollution, ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*).

PENDAHULUAN

Industri tekstil batik memegang peranan penting dalam perekonomian di Indonesia, bukan hanya menyumbang secara signifikan terhadap pendapatan negara dan penciptaan lapangan kerja, tetapi juga telah diakui secara global oleh UNESCO sebagai warisan budaya tak benda yang patut dilestarikan. Namun, di balik nilai ekonomi dan kekayaan budayanya yang memukau, proses produksi batik

tradisional yang masih banyak diterapkan ini, terutama yang melibatkan penggunaan pewarna alami serta berbagai jenis bahan kimia tertentu, dapat menimbulkan dampak negatif yang substansial terhadap lingkungan, khususnya dalam bentuk pencemaran limbah cair [1]. Limbah cair yang kompleks ini mengandung pewarna yang sangat persisten dan sulit didegradasi, sehingga membutuhkan proses pengolahan khusus untuk mengurangi kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi hingga mencapai ambang batas yang aman [2]. Lebih jauh lagi, penggunaan pewarna sintetis yang masih umum ditemukan dalam skala industri batik justru menjadi kontributor utama dan paling signifikan terhadap pencemaran logam berat, yang pada akhirnya memperparah kompleksitas permasalahan lingkungan yang harus ditangani secara serius oleh sektor industri ini.

Logam berat dalam limbah cair batik dapat mencemari sumber air, tanah, dan permukaan, yang membahayakan kesehatan manusia dan ekosistem [3]. Logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan kromium (Cr) banyak ditemukan dalam limbah batik. Logam-logam ini bersifat racun dan dapat terakumulasi dalam tubuh manusia dan lingkungan, memicu berbagai masalah kesehatan [4]. Penelitian oleh Juliani *et.al.* (2021) menganalisis karakteristik logam berat pada 17 sampel limbah dari pabrik batik di Yogyakarta, Indonesia, berhasil mengidentifikasi konsentrasi berbagai logam seperti Cr, Co, Ni, Cu, As, Cd, dan Pb dalam kisaran *part per billion* (ppb). Seiring dengan perkembangan industri tekstil, volume limbah yang dihasilkan juga meningkat, mendorong penelitian dan pengujian kandungan logam berat dalam limbah industri batik.

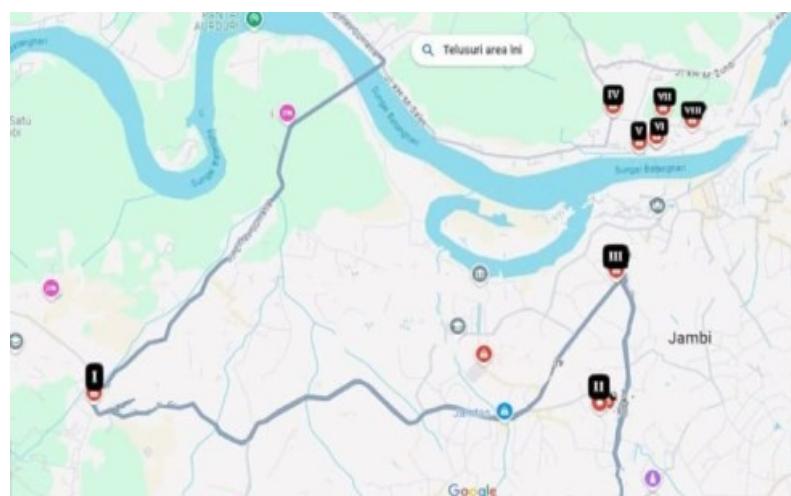
Berbagai metode telah digunakan untuk mengidentifikasi logam berat dalam limbah tekstil. Di antaranya, *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) terbukti lebih efektif dan akurat untuk menentukan konsentrasi logam berat dalam sampel, karena sensitivitasnya yang tinggi dan kemampuannya mendeteksi berbagai jenis logam berat meskipun dalam konsentrasi rendah [6]. Penelitian Wijayanti *et.al.* (2021) yang memanfaatkan instrumen ICP-MS dalam pengujian kualitas air laut di Teluk Jakarta mengungkapkan tingginya konsentrasi logam berat Cu dan Zn akibat aktivitas industri dan domestik di lingkungan sekitar. Penelitian juga dilakukan oleh Badariah *et al.* [7] di sungai Batanghari Jambi menggunakan ICP-MS mendeteksi konsentrasi logam berat khususnya Cd, Cu, dan Hg melebihi standar mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah (PP) 22 Tahun 2021. Penerapan ICP-MS pada limbah cair batik Jambi merupakan langkah inovatif untuk mengetahui lebih akurat dari pencemaran logam berat di industri batik lokal. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pemahaman dampak limbah cair industri batik terhadap lingkungan dan kesehatan di Provinsi Jambi, serta menjadi titik tolak ukur bagi strategi pengelolaan limbah yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Penelitian ini mengidentifikasi jenis logam berat yang terdapat dalam limbah cair industri batik Jambi, menentukan konsentrasi masing-masing logam berat yang teridentifikasi, membandingkan konsentrasi tersebut dengan baku mutu limbah cair industri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis dan konsentrasi logam berat dalam limbah cair industri batik Jambi menggunakan ICP-MS. Penggunaan ICP-MS pada limbah cair batik Jambi adalah langkah inovatif untuk mengetahui pencemaran logam berat secara lebih akurat. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pemahaman dampak limbah cair industri batik terhadap lingkungan dan kesehatan di Provinsi Jambi, dapat juga menjadi titik tolak ukur bagi terciptanya strategi pengelolaan limbah yang lebih efektif dan berkelanjutan, sehingga risiko pencemaran logam berat dapat diminimalisir dan lingkungan tetap terjaga untuk generasi mendatang.

BAHAN DAN METODE

A. Lokasi dan Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan di delapan lokasi UKM batik di Provinsi Jambi. Sampel limbah diambil di dua titik (tengah dan dasar). Identifikasi logam berat menggunakan instrumen ICP-MS pada limbah cair batik Jambi dilakukan di Laboratorium Universitas Andalas. Peta lokasi delapan area sampel ditunjukkan pada **Gambar 1**.

**Gambar 1.** Peta lokasi pengambilan sampel limbah cair batik jambi

B. Prosedur Kerja

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi botol plastik volume 150 mL, pipa/gayung, dan instrumen ICP-MS. Bahan yang digunakan mencakup sampel limbah batik, aluminium foil, label, dan tisu [7].

2. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *grab sampling* sesuai dengan SNI 6989.59:2008 [8]. Penelitian dilaksanakan bertepatan dengan musim hujan, maka pengambilan sampel dibatasi pada dua titik kedalaman tangki penampung, yaitu di bagian tengah dan dasar. Setiap sampel diambil sebanyak 100 mL. Penelitian ini difokuskan pada analisis air limbah dari delapan lokasi industri batik di Kota Jambi. Pada saat pengambilan sampel, pastikan jarak antara titik pengambilan sampel di tangki minimal 1 meter. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan gayung sebagai alat. Botol sampel diisi dengan sampel sebanyak 100 mL, menyisakan sedikit ruang kosong, lalu ditutup menggunakan aluminium foil untuk menghindari degradasi. Informasi sampel dicatat, dan hindari paparan sinar matahari langsung. Selanjutnya, sampel segera dikirim ke laboratorium [9].

3. Analisis ICP-MS

Preparasi sampel limbah batik cair diawali dengan filtrasi menggunakan filter 0,45 μm untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan memastikan yang dianalisis adalah logam terlarut. Selanjutnya, sampel yang telah terfiltrasi dilarutkan dalam asam nitrat (HNO_3) untuk mencegah terjadinya pengendapan. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam instrumen ICP-MS untuk diidentifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsentrasi Logam Berat dalam Limbah Cair Batik

Analisis menggunakan ICP-MS berhasil mengidentifikasi 13 logam berat yaitu Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, dan Zn dalam delapan sampel limbah cair batik. Konsentrasi setiap logam menunjukkan variasi yang signifikan antar sampel, yang mencerminkan perbedaan dalam proses produksi, jenis pewarna, dan bahan kimia yang digunakan di masing-masing UKM. Hasil pengujian lengkap disajikan pada **Tabel 1**, dan visualisasi fisik sampel ditampilkan pada **Gambar 2**.

Tabel 1 Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat (ppm) dalam Sampel Limbah Cair Batik Menggunakan ICP-MS

Sampel	Ag*	Al	As*	Cd*	Co*	Cr*	Cu*
I	0,0735	0,0374	0,0298	0,0555	0,0615	0,0521	0,0327
II	0,0675	0,0423	0,0312	0,00678	0,0712	0,0410	0,0510
III	0,0698	0,0512	0,0222	0,0712	0,0524	0,0589	0,0428
IV	0,0456	0,0428	0,0271	0,0324	0,0448	0,0667	0,0392
V	0,0634	0,0398	0,0328	0,0441	0,0529	0,0482	0,0451
VI	0,0555	0,0532	0,0293	0,0229	0,0612	0,0521	0,0552
VII	0,0454	0,0529	0,0255	0,0398	0,0539	0,0534	0,0529
VIII	0,0552	0,0413	0,0218	0,0510	0,0616	0,0561	0,0487
Sampel	Fe*	Hg*	Mn*	Ni*	Pb*	Sn*	Zn*
I	0,0529	0,0221	0,0332	0,0621	0,0211	0,0319	0,0382
II	0,0421	0,0121	0,0421	0,0518	0,0156	0,0281	0,0664
III	0,0488	0,0132	0,0289	0,0555	0,0121	0,0333	0,0512
IV	0,0421	0,0098	0,0210	0,0625	0,0118	0,0327	0,0549
V	0,0328	0,0067	0,0322	0,0448	0,0129	0,0331	0,0419
VI	0,0519	0,0101	0,0326	0,0520	0,0090	0,0422	0,0387
VII	0,0521	0,0089	0,0219	0,0486	0,0100	0,0617	0,0392
VIII	0,0422	0,0093	0,0234	0,0421	0,0102	0,0320	0,0556

Catatan:

* = Logam Berat



(a)
Sampel I
Limbah Cair
Batik



(b)
Sampel II
Limbah Cair
Batik



(c)
Sampel III
Limbah Cair
Batik



(d)
Sampel IV
Limbah Cair
Batik



(e)
Sampel V
Limbah Cair
Batik



(f)
Sampel VI
Limbah Cair
Batik



(g)
Sampel VII
Limbah Cair
Batik



(h)
Sampel VIII
Limbah Cair
Batik

Gambar 2 Sampel Limbah cair batik dari delapan lokasi industri batik Jambi

Gambar 2 menampilkan visualisasi delapan sampel limbah cair batik yang dikumpulkan dari berbagai lokasi industri di Jambi. Visualisasi ini secara jelas menunjukkan adanya variasi warna dan tingkat kekeruhan yang signifikan di antara sampel-sampel tersebut [26], memberikan indikasi awal mengenai keragaman jenis pewarna dan proses produksi yang digunakan oleh masing-masing industri. Sampel-sampel dengan warna kemerahan (Sampel I, II, III, dan V), yang umumnya dengan penggunaan pewarna sintetis seperti Naftol atau Remazol, menunjukkan kecenderungan memiliki konsentrasi logam berat, khususnya perak (Ag), yang relatif tinggi. Sebaliknya, sampel-sampel dengan warna gelap, seperti biru kehitaman atau ungu tua (Sampel VI, VII, dan VIII), mengindikasikan penggunaan jenis

pewarna yang berbeda, seperti indigo atau pewarna Direk/Sulfur. Namun, perlu diperhatikan bahwa analisis visual semata tidak cukup untuk menentukan secara pasti tingkat kontaminasi logam berat. Hal ini dibuktikan oleh Sampel VII, yang meskipun secara visual tampak paling pekat, justru menunjukkan konsentrasi Ag terendah dan berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa profil kontaminasi logam berat dalam limbah cair batik lebih dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti jenis pewarna dan bahan kimia spesifik yang digunakan dalam proses produksi, serta efektivitas sistem pengelolaan limbah yang diterapkan oleh masing-masing industri, daripada sekadar penampilan visual limbah tersebut.

Berdasarkan perbandingan dengan Permen LHK No. 5 Tahun 2014, beberapa logam berat terdeteksi melampaui baku mutu yang ditetapkan pada Tabel 1, mengindikasikan potensi resiko pencemaran yang serius. Pembuangan limbah cair batik yang mengandung logam berat secara langsung ke lingkungan perairan dapat mengakibatkan akumulasi progresif pada sedimen dasar, air, dan biota akuatik melalui bioakumulasi dalam rantai makanan. Akumulasi ini berpotensi membahayakan predator puncak, termasuk manusia, yang berisiko terpapar pada konsentrasi tertinggi [12]. Lebih lanjut, peresapan limbah ke dalam tanah atau penggunaan air tercemar untuk irigasi dapat menyebabkan kontaminasi tanah dan tanaman, dengan potensi masuknya logam berat ke dalam rantai makanan. Vegetasi di sekitar badan air juga memiliki kemampuan menyerap logam berat, memperparah dampak pencemaran [12]. Hasil identifikasi dan kuantifikasi ini menjadi dasar penting untuk mengevaluasi tingkat risiko dan merumuskan strategi pengelolaan limbah cair batik yang efektif.

Tabel 2 Baku Mutu Logam Berat dalam Limbah Cair

Logam Berat	Baku Mutu (mg/L)
As	0,05
Cd	0,05
Hg	0,005
Pb	0,03
Cu	0,05
Cr	0,05
Ni	0,1
Mn	0,1
Zn	1,0
Fe	0,3
Co	0,05

Sumber: Permen LHK No.5 Tahun 2014

Konsentrasi Ag tertinggi terdeteksi pada Sampel I (0,0735 ppm), melebihi baku mutu 0,05 mg/L [13]. Sebagian besar sampel menunjukkan konsentrasi Ag di atas ambang batas yang diizinkan, mengindikasikan potensi pencemaran Ag yang signifikan terhadap lingkungan perairan. Logam Ag dalam limbah batik berasal dari berbagai sumber, termasuk zat warna, bahan kimia tambahan selama proses pewarnaan dan pencapan, atau bahkan melalui penggunaan peralatan yang mengandung Ag.

Variasi konsentrasi Ag antar sampel dapat dikaitkan dengan perbedaan praktik produksi dan penggunaan bahan baku di setiap UKM batik. Sampel I menunjukkan konsentrasi Ag tertinggi karena penggunaan bahan pewarna atau fiksatif yang kaya akan senyawa Ag, serta volume produksi yang tinggi dan kurangnya *pre-treatment* limbah yang memadai. Konsentrasi Ag yang melebihi baku mutu pada sebagian besar sampel menimbulkan kekhawatiran serius terhadap dampak lingkungan, termasuk akumulasi di sedimen dan potensi masuknya ke rantai makanan.

Analisis kadar logam As menunjukkan keberadaan unsur ini pada limbah cair batik dari sampel I hingga VIII. Konsentrasi As tertinggi teridentifikasi pada Sampel V (0,0328 ppm). Meskipun seluruh konsentrasi As pada sampel tersebut tergolong rendah dan masih berada di bawah standar baku mutu air limbah 0,1 mg/L [13], keberadaan As tetap menimbulkan kekhawatiran karena sifat toksiknya dan kemampuannya untuk terakumulasi [14]. Variasi konsentrasi As antar sampel menunjukkan bahwa intensitas warna pekat limbah tidak selalu berkorelasi positif dengan tingginya konsentrasi As, melainkan lebih bergantung pada jenis pewarna dan bahan kimia yang digunakan. Paparan As, bahkan dalam konsentrasi rendah, dapat menyebabkan masalah kesehatan akut dan kronis, serta berbahaya bagi organisme akuatik dan terestrial.

Kadar logam Kadmium (Cd) yang dianalisis pada limbah cair batik juga menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi teridentifikasi pada Sampel III (0,0712 ppm). Perlu dicatat bahwa Sampel III dan Sampel I memiliki konsentrasi Cd yang melebihi standar baku mutu air limbah 0,005 mg/L [13], mengindikasikan adanya potensi pencemaran yang signifikan. Sumber utama Cd dalam industri tekstil, termasuk batik, dapat berasal dari pigmen pewarna, bahan kimia tambahan, atau kontaminasi dari peralatan proses yang mengandung Cd. Dampak negatif paparan Cd sangat serius bagi kesehatan manusia dan lingkungan, bersifat karsinogenik dan dapat menyebabkan kerusakan ginjal serta bioakumulasi dalam rantai makanan.

Identifikasi limbah cair batik dari sampel I – VIII menunjukkan adanya kandungan logam Co. Konsentrasi Co tertinggi terdeteksi pada Sampel II (0,0712 ppm). Hampir seluruh sampel memiliki konsentrasi Co di atas baku mutu 0,05 mg/L [13], mengindikasikan potensi pencemaran Co yang signifikan terhadap lingkungan perairan dari industri batik. Logam Co dalam limbah batik dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk zat warna, bahan kimia tambahan selama proses pewarnaan, atau bahkan melalui penggunaan peralatan yang mengandung Co. Konsentrasi Co yang melebihi baku mutu menimbulkan kekhawatiran serius terhadap dampak lingkungan, memengaruhi pertumbuhan dan reproduksi organisme akuatik.

Analisis sampel I – VIII menunjukkan adanya kandungan logam Cr. Konsentrasi Cr tertinggi terdeteksi pada Sampel IV (0,0667 ppm). Mayoritas sampel memiliki konsentrasi Cr di atas baku mutu 0,05 mg/L [13]. Adanya kadar Cr yang melebihi standar pada mayoritas sampel mengindikasikan potensi pencemaran Cr yang signifikan terhadap lingkungan perairan dari industri batik. Logam Cr dalam limbah batik dapat berasal dari berbagai sumber, terutama dari penggunaan pewarna dan bahan fiksatif yang mengandung Cr, serta proses pencucian kain. Kromium, terutama dalam bentuk heksavalen (Cr(VI)), dikenal sebagai zat karsinogenik dan sangat toksik.

Analisis dari delapan sampel juga mengungkapkan keberadaan konsentrasi Cu. Sampel VI (0,0552 ppm) memiliki konsentrasi Cu paling tinggi. Ketiga sampel ini menunjukkan konsentrasi Cu di atas ambang batas 0,05 mg/L [13], mengindikasikan adanya potensi ancaman pencemaran Cu yang signifikan terhadap ekosistem perairan. Sumber logam Cu dalam limbah batik sangat bervariasi, meliputi komponen zat warna, bahan kimia tambahan yang digunakan selama proses pewarnaan dan pencapan, atau bahkan dari peralatan yang mengandung tembaga. Kehadiran konsentrasi Cu yang melebihi baku mutu menimbulkan kekhawatiran serius terhadap implikasi lingkungan, dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik dan terakumulasi dalam sedimen.

Pemeriksaan delapan sampel limbah cair batik mengungkapkan adanya kandungan logam Fe. Seluruh sampel limbah batik memiliki konsentrasi Fe yang jauh di bawah standar baku mutu 0,3 mg/L [13]. Konsentrasi Fe tertinggi terdeteksi pada Sampel I (0,0529 ppm). Semua konsentrasi Fe berada di bawah ambang batas yang diizinkan. Sumber Fe dalam limbah batik meliputi impuritas pada bahan pewarna, penggunaan bahan kimia tambahan yang mengandung Fe, dan bahkan korosi peralatan. Secara

keseluruhan, konsentrasi Fe dalam limbah batik saat ini tidak menimbulkan kekhawatiran serius terkait pelanggaran baku mutu air limbah, namun pemantauan berkelanjutan tetap penting.

Hasil analisis limbah cair batik dari sampel I hingga VIII mengungkapkan adanya kandungan logam Hg. Seluruh sampel limbah batik yang dianalisis menunjukkan konsentrasi Hg di atas baku mutu 0,005 mg/L [13], mengindikasikan pelanggaran terhadap standar lingkungan. Konsentrasi Hg tertinggi terdeteksi pada Sampel I (0,0221 ppm). Kehadiran Hg dalam limbah batik dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk impuritas pada bahan pewarna, bahan kimia proses, atau kontaminasi dari peralatan yang pernah terpapar Hg. Konsentrasi Hg yang melebihi baku mutu pada seluruh sampel menimbulkan kekhawatiran serius terhadap dampak lingkungan dan kesehatan, karena Hg sangat toksik dan mampu bioakumulasi.

Analisis terhadap delapan sampel limbah batik mencakup juga pengukuran kadar logam Mangan (Mn). Seluruh sampel limbah batik memiliki konsentrasi Mn yang konsisten berada di bawah baku mutu 0,1 mg/L [13]. Konsentrasi Mn tertinggi tercatat pada Sampel II (0,0421 ppm). Keberadaan Mangan dalam limbah batik berasal dari impuritas pada bahan baku pewarna, bahan kimia yang digunakan dalam proses, atau dapat pula dari kualitas air proses. Secara keseluruhan, konsentrasi Mangan dalam limbah batik saat ini tidak menimbulkan kekhawatiran serius terkait pelanggaran baku mutu air limbah.

Analisis delapan sampel juga mencakup logam Nikel (Ni). Seluruh sampel limbah batik memiliki konsentrasi Ni yang berada di bawah baku mutu 0,1 mg/L [13]. Konsentrasi Ni tertinggi ditemukan pada Sampel IV (0,0625 ppm). Keberadaan Nikel dalam limbah batik dapat berasal dari impuritas pada bahan baku pewarna, penggunaan bahan kimia proses, atau bahkan dari korosi peralatan yang mengandung nikel. Konsentrasi Nikel dalam limbah batik saat ini tidak menimbulkan kekhawatiran serius terkait pelanggaran baku mutu air limbah, namun pemantauan berkelanjutan tetap krusial.

Analisis limbah cair batik juga mengukur kadar logam Timbal (Pb). Seluruh sampel limbah batik memiliki konsentrasi Pb yang berada di bawah baku mutu 0,03 mg/L [13]. Konsentrasi Pb tertinggi teridentifikasi pada Sampel I (0,0211 ppm). Keberadaan Pb dalam limbah batik dapat berasal dari impuritas pada bahan baku pewarna, penggunaan bahan fiksatif tertentu, atau bahkan dari kontaminasi peralatan produksi. Konsentrasi seluruh Pb dalam limbah batik Jambi saat ini tidak menimbulkan kekhawatiran serius terkait pelanggaran baku mutu air limbah, namun pemantauan berkelanjutan sangat penting karena toksisitasnya.

Sampel limbah cair batik juga terukur kadar logam Timah (Sn) didalamnya. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tidak secara spesifik mencantumkan baku mutu untuk Sn dalam air limbah [13]. Konsentrasi Sn tertinggi teridentifikasi pada Sampel VII (0,0617 ppm). Kehadiran Sn dalam limbah batik dapat berasal dari berbagai sumber, seperti impuritas dalam bahan baku pewarna, penggunaan bahan kimia proses tertentu, atau bahkan kontaminasi dari peralatan produksi. Pemantauan dan pengelolaan limbah cair batik tetap krusial untuk meminimalkan pelepasan Sn.

Identifikasi terhadap delapan sampel limbah cair batik juga mencakup pengukuran kadar logam Seng (Zn). Seluruh sampel limbah batik memiliki konsentrasi Zn yang signifikan, namun semuanya berada di bawah baku mutu 1,0 mg/L [13]. Konsentrasi Zn tertinggi teridentifikasi pada Sampel II (0,0664 ppm). Keberadaan Zn dalam limbah batik berasal dari impuritas pada bahan baku pewarna, penggunaan bahan kimia proses tertentu, atau bahkan dari korosi peralatan galvanis. Konsentrasi keseluruhan Zn dalam limbah batik Jambi saat ini tidak menimbulkan kekhawatiran serius terkait pelanggaran baku mutu air limbah, namun pemantauan berkelanjutan adalah esensial.

KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan 13 jenis logam berat (Ag, As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, dan Zn) dalam limbah cair batik. Konsentrasi tertinggi yang terdeteksi untuk masing-masing logam berat adalah: Ag (0,0735 ppm, Sampel I), As (0,0328 ppm, Sampel V), Cd (0,0712 ppm, Sampel III), Cr (0,0667 ppm, Sampel IV), Cu (0,0552 ppm, Sampel VI), Fe (0,0529 ppm, Sampel I), Hg (0,0221

ppm, Sampel I), Mn (0,0421 ppm, Sampel II), Ni (0,0625 ppm, Sampel IV), Pb (0,0211 ppm, Sampel I), Sn (0,0617 ppm, Sampel VII), dan Zn (0,0664 ppm, Sampel II), serta Co (0,0712 ppm, Sampel II). Berdasarkan perbandingan dengan baku mutu air limbah industri batik sesuai Permen LHK No. 5 Tahun 2014, konsentrasi Ag, Cd, dan Hg terdeteksi melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan. Sementara itu, konsentrasi As, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sn, dan Zn ditemukan memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Untuk Co, baku mutu dalam peraturan ini tidak tercantum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Indah and W. Utami, "Pengelolaan Limbah Cair Batik untuk Mengurangi COD dan TSS: Tinjauan Pustaka," *Jurnal Tekstil Tradisional*, vol. 12, no. 1, pp. 45-52, 2024.
- [2] A. Pangestuti *et al.*, "Dampak Limbah Cair Batik terhadap Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat," *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan*, vol. 3, no. 2, pp. 112-120, 2021.
- [3] J. Jannah and S. Muhammatin, "Analisis Kandungan Logam Berat pada Limbah Cair Industri Batik di Pekalongan," *Jurnal Lingkungan Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 23-30, 2019.
- [4] W. Susanto *et al.*, "Risiko Kesehatan Akibat Paparan Logam Berat dalam Limbah Cair Batik," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 15, no. 3, pp. 187-194, 2021.
- [5] A. Badariah *et al.*, "Kandungan Logam Berat dalam Air Sungai Batanghari Menggunakan ICP-MS," *Jurnal Kimia Lingkungan*, vol. 7, no. 2, pp. 78-85, 2023.
- [6] N. Bilqis, E. Sulistiawati, and M. N. Rahman, "Application of The Inductively Coupled PlasmaMass Spectrometry (ICP-MS) Method in Zinc Analysis," *Jurnal Sains Natural*, vol. 12, no. 1, pp. 23–29, 2022.
- [7] D. Riskiyani, "Uji Toksisitas Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Metode Whole Effluent Toxicity (Wet) Menggunakan Zebra Fish (Danio Rerio)," Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2024.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, SNI 6989.59:2008: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah, 2008.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, SNI 19-6245-2019: Tata Cara Pengambilan Contoh Air, 2019.
- [10] S. Fadillah *et al.*, "Penggunaan Indeks Geoakumulasi dan Faktor Pengayaan untuk Penilaian Pencemaran Logam Berat di Sedimen," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 21, no. 1, pp. 1-10, 2023.
- [11] S. Susanti *et al.*, "Status Kontaminasi Logam Berat Zn Pada Sedimen di Perairan Pesisir Tanjung Gunung Bangka Tengah," *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, vol. 4, no. 4, pp. 311–321, 2023.
- [12] P. Nurdianti, "Pemanfaatan Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) sebagai Adsorben Cemaran Logam Timbal pada Limbah Pewarnaan Batik Utilization of Green Mussel (*Perna viridis*) as A Lead Metal Pollutant Adorbent in Batik Dye Waste Pendahuluan Batik merupakan salah sat," *Jurnal Material dan Energi Kelautan*, vol. 13, no. September, 2024.
- [13] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, 2014.
- [14] C. Cahyady *et al.*, "Arsenic Contamination in Water and its Health Effects," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, no. 12, pp. 15876-15889, 2021.
- [15] L. Chen *et al.*, "Heavy metal pollution and ecological risk assessment in lake sediments: A case study of Lake Taihu, China," *Environmental Pollution*, vol. 320, pp. 120977, 2023.
- [16] H. Hu *et al.*, "Spatial distribution and ecological risk assessment of heavy metals in agricultural soils around an industrial zone," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 424, pp. 127394, 2022.
- [17] M. Setiyono and A. Gustaman, "Kromium Heksavalen dalam Limbah Industri Batik: Sumber, Dampak, dan Penanggulangan," *Jurnal Kimia Terapan*, vol. 10, no. 2, pp. 67-74, 2017.
- [18] E. Puspita Anggraeni, F. Khoirunnisa, and A. Aktawan, "Penyerapan Logam Cu dan Cd pada Limbah Cair Batik Menggunakan Adsorben dari Limbah Tulang Ayam," *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, vol. 4, no. 1, 2023.

- [19] O. S. Pokrovsky *et al.*, "Dissolved iron and organic matter in boreal rivers across a south–north transect," *Environments*, vol. 11, no. 4, pp. 65, 2024.
- [20] S. Wu *et al.*, "Accumulation, ecological risk, and source apportionment of heavy metals in typical urban wetland sediments," *Environmental Geochemistry and Health*, vol. 46, no. 1, pp. 22, 2024.
- [21] C. Zhang *et al.*, "Distribution, sources, and ecological risk of heavy metals in river sediments of a typical industrial city," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 25, pp. 3788737899, 2022.
- [22] H. Ren *et al.*, "Heavy metal accumulation and ecological risk assessment in peri-urban farmland soils," *Environmental Pollution*, vol. 316, pp. 120610, 2023.
- [23] L. Sun *et al.*, "Spatial distribution, sources, and ecological risk of heavy metals in agricultural soils surrounding a former mining area," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 208, pp. 111626, 2021.
- [24] S. Zhang *et al.*, "Pollution characteristics, ecological risk assessment, and source apportionment of heavy metals in sediments from a typical river," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 27, no. 2, pp. 2110-2121, 2020.
- [25] Y. Yu *et al.*, "Heavy metal contamination in urban park soils: spatial distribution, source apportionment, and ecological risk assessment," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 1, pp. 1195-1207, 2022.