

## ANALISIS SPASIAL PERSEBARAN LOGAM BERAT KROMIUM (Cr<sup>6+</sup>) di ALIRAN SUNGAI KOTA PEKALONGAN

Lailatul Fitri Asykurillah<sup>1\*</sup>, Budiyo<sup>1</sup>, Nur Endah Wahyuningsih<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

\*Corresponding author: [asylala63@gmail.com](mailto:asylala63@gmail.com)

### ABSTRACT

*Pekalongan City is the City of Batik with industrial competitive advantages. There are ±5 million liters of liquid waste resulting from industrial activities containing chemicals such as chromium 6. The waste is disposed directly into the river because the available WWTP only holds 45%, physically the river body is blackish and murky in color. This study aimed to determine the spatial distribution of chromium 6 in the river flow of Pekalongan City. Research using descriptive observational and grab sampling. Sampling was from 18 points consisting 3 sampling locations. Tests were carried out by the Center for Labkes in Central Java Province using a Spectrophotometry tool. The results found, in the Banger River, highest chromium content was at point A1, which was 0.07 mg/L, while for points B1, B2, B3, B4, B5, C1 and C2 the results were the same 0.006 mg/L. The results of the Loji River test were the same at each point, points A2, B6, B7, B8 and C3 0.06 mg/L. The results on the Asem Binatur River were also same at each point, points A3, A4, B9, B10 0.06 mg/L. The results of distribution maps were made using the IDW technique and analyzed using the overlay technique. The conclusions from this study are that there are 2 categories of pollution in the Pekalongan City River, namely light pollution in the Banger River and heavy pollution in the Loji River and Asem Binatur River.*

**Keywords:** *spatial analysis, IDW method, river, chromium, batik industry.*

## PENDAHULUAN

Sungai telah difungsikan untuk kepentingan Sungai menjadi tempat yang mudah dan praktis untuk pembuangan limbah, baik limbah padat maupun limbah cair hasil dari aktivitas manusia.(1) Penurunan kualitas air sungai membuat terganggunya fungsi perairan dan kehidupan akuatik yang ada didalamnya, yang mana kehidupan akuatik memiliki peran sendirinya dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Kota pekalongan adalah kota yang terletak di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki dua wilayah administratif yaitu Kota Pekalongan dan Kabupaten Pekalongan. Kota Pekalongan terdiri atas 4 kecamatan, yaitu Pekalongan Utara, Pekalongan Barat, Pekalongan Selatan dan Pekalongan Timur.(2) Mayoritas dari warga Kota Pekalongan memiliki mata pencaharian sebagai pengusaha batik, mulai dari *home industry* hingga pengusaha batik skala besar. Dari data tahun 2016 jumlah industri batik di Kota Pekalongan sebanyak 881 Industri Kecil Menengah (IKM) hingga tercatat tahun 2020 terus berkembang menjadi 1824 IKM dan 5 industri skala besar. Karena itu Kota Pekalongan mendapat julukan sebagai Kota Batik.(3) Selain industri batik, berdasarkan laporan Dinas Lingkungan Hidup tahun 2018

Kota Pekalongan juga menjadi simpul utama dari Kawasan Industri Petanglong (Kota Pekalongan, Kabupaten Batang dan Kabupaten Pekalongan).(4)

Sebagai Kota Batik dan simpul utama sentra industri membawa pengaruh buruk bagi lingkungan, terutama lingkungan perairan seperti sungai. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) pada tahun 2020 mendata seluruh industri di Kota Pekalongan dalam perharinya menghasilkan  $\pm 5$  juta liter limbah buangan hasil industri. Untuk mengatasi hal itu, Pekalongan telah membangun 8 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), namun IPAL tersebut hanya dapat sebanyak 45% dari limbah hasil industri.(5) Data umum Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Pekalongan Tahun 2016 menyatakan sungai di Kota Pekalongan yang menjadi sungai dengan pencemaran tertinggi, diantaranya sungai Pekalongan atau yang biasa dikenal dengan sungai Loji, sungai Banger dan sungai Asem Binatur.(6)

Di daerah aliran perairan sungai Asem Binatur, sungai Banger dan sungai Loji banyak dijumpai aktivitas industri batik, industri pewarnaan, industri penyamakan kulit, perikanan, pertanian hingga ternapat pemukiman padat penduduk di bantaran sungai. Limbah yang paling banyak

dihasilkan dari aktivitas tersebut, terutama pada industri batik dan pewarnaan yakni limbah cair. Limbah cair batik dan pewarnaan berasal dari proses pencucian, pelepasan lilin, perendaman, hingga pembilasan, dimana limbah yang dihasilkan mengandung zat pewarna. Salah satu zat warna yang dipakai industri batik maupun tekstil adalah *remazol black, red dan golden yellow*.<sup>(7)</sup> Senyawa ini hanya digunakan sekitar 5% sedangkan sisanya yaitu 95% akan dibuang sebagai limbah cair. Senyawa tersebut cukup stabil sehingga sangat sulit untuk terdegradasi di alam dan berbahaya bagi lingkungan dan dalam konsentrasi yang sangat besar. Berdasarkan penelitian Zarkasi et al. (2018:69) bahwa dalam satu liter limbah cair batik mengandung 38,2 mg/l kadar logam berat kromium ( $Cr^{6+}$ ).<sup>(8)</sup> Sedangkan aktivitas dari industri penyamakan kulit menghasilkan limbah cair yang mengandung sisa bahan kimia seperti natrium sulfida, krom, kapur, dan amoniak. Limbah cair penyamakan kulit mengandung logam krom yang berasal dari proses penyamakan yang yaitu krom sulfat antara 60-70%. Krom heksavalen dari limbah cair tersebut terdapat dalam bentuk kromat.<sup>(9)</sup> Toksisitas kromat dapat menimbulkan iritasi pada kulit, keracunan sistematik dan terakumulasi dalam

hati. Uap kromat apabila terhirup dapat menimbulkan infeksi (radang) pada saluran pernapasan dan kanker paru-paru.<sup>(10)</sup>

Kandungan bahan kimia dari aktivitas-aktivitas tersebut berbahaya dalam perairan dan menyebabkan penurunan kualitas air sungai. Penurunan kualitas air ditandai secara fisik terlihat perubahan warna air dan terdapat bau yang menyengat.<sup>(11)</sup> Padahal sebagian masyarakat di bantaran sungai Loji dan Sungai Asem Binatur masih memanfaatkan sungai sebagai tempat memancing dan terdapat permukiman yang masih memanfaatkan air tanah dengan sumur artesis untuk kebutuhan sehari-hari. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian analisis spasial pencemaran logam berat kromium ( $Cr^{6+}$ ) di aliran sungai Kota Pekalongan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan observasional deskriptif pendekatan spasial. Untuk menggambarkan persebaran kromium menggunakan teknik interpolasi IDW (*inverse distance weighting*) dari *software* ArcGIS 10.8. Setelah didapatkan persebaran dalam bentuk peta, dibuat peta *overlay* antara kadar kromium dan parameter lainnya seperti pH, suhu dan warna untuk dianalisis secara spasial.

Pengambilan sampel menggunakan teknik sesaat atau *grab* sampling. Pengambilan sampel dilakukan pada 18 titik yang terdiri dari 3 lokasi pengambilan sampel, dimana lokasi 1 diambil 8 titik sampel kemudian lokasi 2 dan lokasi 3 sama-sama diambil sebanyak 5 titik sampel. Pada setiap lokasi masing-masing titik sampel terdiri dari daerah hulu, daerah pemanfaatan air sungai, daerah potensial kontaminasi, daerah percampuran anak sungai dan daerah hilir atau muara. Persiapan alat dan bahan pengambilan sampel menggunakan acuan SNI 6989.71:2009 yang berisi prosedur pengujian kromium heksavalen dengan alat spektrofotometri. Sedangkan, pengambilan sampel dan pengukuran parameter lapangan menggunakan acuan SNI 6989.57:2008.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kota Pekalongan yaitu di Sungai Banger, Sungai Loji dan

Sungai Asem Binatur. Secara geografis Kota Pekalongan terletak antara 60 50' 42" – 60 55' 44" Lintang Selatan dan 10 90 37' 55" – 10 90 42' 19" Bujur Timur.

### Hasil Pengujian

Pengujian kadar kromium 6 pada sampel air sungai di Kota Pekalongan yang meliputi Sungai Banger, Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur telah dilakukan di Balai Laboratorim Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. Hasil pengujian kromium 6 dari sampel air pada tabel akan dibandingkan dengan baku mutu sungai kelas II pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Berikut adalah tabel hasil pengujian kromium 6 pada 3 lokasi sungai yang secara keseluruhan terdapat 18 titik pengambilan sampel. Selain menguji kromium 6. Berikut ini tabel hasil pengujian kromium 6 di Sungai Kota Pekalongan:

**Tabel 1**  
**Hasil Pengujian Kromium (Cr<sup>6+</sup>) Sungai Kota Pekalongan Tahun 2023**

No	Titik Sampel	Nama Sungai	Keterangan	Kadar Logam Berat Krom (mg/L)	Baku Mutu
1.	Hulu 1 (A1)		Jembatan Kuripan Lor	0,07	PP No
2.	Tengah 1 (B1)		Jembatan Kali Banger	0,006	22
3.	Tengah 2 (B2)	Lokasi 1 Sungai Banger	Jembatan Kereta Banger	0,006	Tahun
4.	Tengah 3 (B3)		Jembatan Seruni	0,006	2021
5.	Tengah 4 (B4)		Jembatan Ampel Gading	0,006	baku
6.	Tengah 5 (B5)		Bendungan Usman Koprul	0,006	mutu

No	Titik Sampel	Nama Sungai	Keterangan	Kadar Logam Berat Krom (mg/L)	Baku Mutu
7.	Hilir 1 (C1)		Muara 1 Pantai Cemoro Sewu	0,006	kromium 6
8.	Hilir 2 (C2)		Muara 2 TPI Pekalongan	0,006	kelas II
9.	Hulu 2 (A2)		Jembatan Grogolan	0,06	yaitu 0,05 mg/l
10.	Tengah 6 (B6)	Lokasi 2	Jembatan Hayam Wuruk	0,06	
11.	Tengah 7 (B7)	Sungai	Jembatan Gambaran	0,06	
12.	Tengah 8 (B8)	Loji	Jembatan Loji Panjang	0,06	
13.	Hilir 3 (C3)		Jembatan Krapyak	0,06	
14.	Hulu 3 (A3)		Jembatan Gor Medono Barat	0,06	
15.	Hulu 4 (A4)	Lokasi 3	Home Industri Batik Trissa	0,06	
16.	Tengah 9 (B9)	Sungai Asem	Lapangan Mataram Medono	0,06	
17.	Tengah 10 (B10)	Binatur	Jalan Gajah Mada Tirto	0,06	
18.	Hilir 4 (C4)		Jembatan Gantung Pasirsari	0,06	

Berdasarkan tabel 1 hasil pengujian kromium 6 sungai Kota Pekalongan yang meliputi Sungai Banger, Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur, nilai kromium 6 Sungai Banger pada titik hulu A1 yaitu sebesar 0,07 mg/L. Kemudian semakin ke hilir menunjukkan hasil semakin rendah yaitu pada titik B1 hingga titik hilir yang dibagi menjadi 2 C1 dan C2 menghasilkan nilai kromium 6 yang sama yaitu 0,006 mg/L. Nilai Kromium 6 pada hulu Sungai Banger diketahui melampaui kadar baku mutu yang telah ditentukan, sedangkan pada titik setelahnya hingga ke hilir menunjukkan hasil yang sama dan diketahui tidak melampaui kadar baku mutu yang telah ditentukan. Pada Sungai Loji terdapat 5 titik pengambilan

sampel dapat dilihat hasilnya dari hulu – hilir Sungai Loji memiliki nilai kromium 6 yang sama pada setiap titik sampelnya mulai dari A2, B6, B7, B8 dan C3 yaitu sebesar 0,06 mg/L yang artinya hasil pengujian tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan. Kemudian, hasil pengujian kromium 6 dari 5 titik sampel hulu–hilir Sungai Asem Binatur dari titik A3, A4, B9, B10 dan C4 menunjukkan hasil yang sama pada setiap titiknya yaitu sebesar 0,06 mg/L artinya hasil pengujian pada 5 titik sampel sungai Asem Binatur telah melampaui baku mutu yang ditentukan. Berdasarkan PP No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup untuk

sungai kelas II nilai baku mutu kromium valensi 6 yaitu sebesar 0,005 mg/L.

Pada penelitian ini juga mengukur parameter fisik pada setiap titik sampel yang diambil. Parameter fisik dalam penelitian ini adalah parameter lapangan yang harus diukur dengan segera karena dapat berubah

dengan cepat dan tidak dapat diawetkan.

Parameter fisik yang diukur dalam penelitian ini adalah derajat keasaman (pH), suhu dan warna. Berikut adalah tabel hasil pengukuran parameter fisik di Sungai Kota Pekalongan:

**Tabel 2**  
**Hasil Pengujian Parameter Fisik Sungai Kota Pekalongan Tahun 2023**

No	Titik Sampel	Nama Sungai	Keterangan	pH	Suhu (°C)	Warna
1.	Hulu 1 (A1)		Jembatan Kuripan Lor	8	27	Merah
2.	Tengah 1 (B1)		Jembatan Kali Banger	7	26	Kuning keruh
3.	Tengah 2 (B2)		Jembatan Kereta Banger	7	26	Kuning keruh
4.	Tengah 3 (B3)	Lokasi 1 Sungai Banger	Jembatan Seruni	7	26	Kuning keruh
5.	Tengah 4 (B4)		Jembatan Ampel Gading	7	26	Kuning keruh
6.	Tengah 5 (B5)		Bendungan Usman Koprul	7	26	Kuning keruh
7.	Hilir 1 (C1)		Muara 1 Pantai Cemoro Sewu	7	26	Kuning terang
8.	Hilir 2 (C2)		Muara 2 TPI Pekalongan	7	31	Kuning kehitaman
9.	Hulu 2 (A2)		Jembatan Grogolan	8	31	Hitam Pekat
10.	Tengah 6 (B6)	Lokasi 2 Sungai	Jembatan Hayam Wuruk	7	29	Hitam pekat
11.	Tengah 7 (B7)		Jembatan Gambaran	8	30	Kuning kehitaman
12.	Tengah 8 (B8)	Loji	Jembatan Loji Panjang	7	29	Kuning kehitaman
13.	Hilir 3 (C3)		Jembatan Krapyak	8	30	Hitam pekat
14.	Hulu 3 (A3)		Jembatan Gor Medono Barat	7	29	Kuning kehitaman
15.	Hulu 4 (A4)	Lokasi 3 Sungai	Home Industri Batik Trissa	8	30	Hitam pekat
16.	Tengah 9 (B9)		Lapangan Mataram Medono	7	29	Hitam pekat
17.	Tengah 10 (B10)	Asem Binatur	Jalan Gajah Mada Tirto	8	30	Kuning kehitaman
18.	Hilir 4 (C4)		Jembatan Gantung Pasirsari	8	30	Kuning keruh

Berdasarkan hasil pengujian parameter fisik sungai Kota Pekalongan yang terdiri dari Sungai Banger, Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur, untuk parameter fisik pH pada Sungai Banger, diketahui nilai pH pada hulu titik sampel A1 memiliki nilai pH 8 dan

pada titik selanjutnya hingga hilir titik C2 hasilnya relatif sama yaitu memiliki nilai pH 7. Pada Sungai Loji, hasil pengukuran pH dari 5 titik sampel yang diambil diantara pada titik A2, B7 dan C3 nilai pH adalah 8 dan pada titik B6 dan B8 nilai pH adalah 7.

Pada sungai Asem Binatur, hasil dari 5 titik sampel diantaranya A3 dan B9 nilai pH adalah 7 sedangkan A4, B10 dan C4 nilai pH adalah 8. Berdasarkan penjabaran tersebut dapat diketahui nilai pH (derajat keasaman) dari masing-masing titik dari 3 sungai di Kota Pekalongan relatif sama yaitu berkisar antara 7 – 8. Maka dapat disimpulkan sesuai PP No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup nilai pH yang diperbolehkan adalah 6 – 9, artinya parameter pH di Sungai Pekalongan nilainya masih memenuhi syarat baku mutu air sungai.

Hasil pengukuran suhu pada masing-masing titik menunjukkan suhu yang bervariasi yaitu antara 26<sup>0</sup>C–31<sup>0</sup>C. Hasil pengukuran suhu pada Sungai Banger menunjukkan suhu yang tidak memenuhi persyaratan atau melebihi baku mutu yaitu pada titik hilir C2 sebesar 31<sup>0</sup>C. Titik yang lain pada Sungai Banger masih memenuhi persyaratan baku mutu. Pada Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur terdapat 10 titik sampel, hasil pengukuran semua titiknya berkisar 29<sup>0</sup>C – 30<sup>0</sup>C yang artinya semua titik sampel di Sungai Loji tidak memenuhi persyaratan baku mutu air sungai. Berdasarkan PP No 22 Tahun 2021 tentang

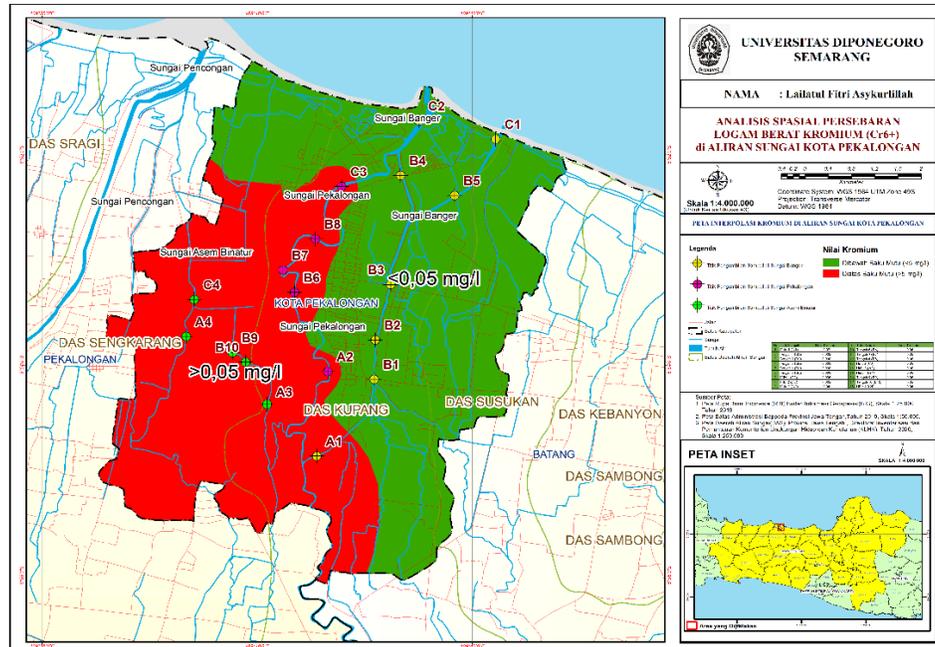
Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup suhu air sungai yang memenuhi persyaratan yaitu deviasi 3 yang artinya suhu normal berada pada kisaran 22<sup>0</sup>C–28<sup>0</sup>C.

Hasil pengamatan warna air sungai menunjukkan bahwa semua titik sampel pada Sungai Banger, Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur berwarna keruh, sehingga sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup baku mutu warna air sungai yaitu tidak berwarna dan pada semua titik sampel Sungai Pekalongan tidak memenuhi persyaratan baku mutu yang ditetapkan.

### Hasil Interpolasi

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pengujian laboratorium dan pengukuran lapangan, dibuat peta persebaran dengan metode interpolasi yaitu *Inverse Distance Weighted* (IDW) yang menggunakan *software* ArcGIS. Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga tergambar peta sebaran nilai pada seluruh wilayah Kota Pekalongan. Hasil dari metode ini membentuk persebaran yang dapat menunjukkan perbedaan warna pada hasilnya untuk mempermudah melihat data

persebarannya. Berikut adalah hasil peta persebaran kromium di Kota Pekalongan:

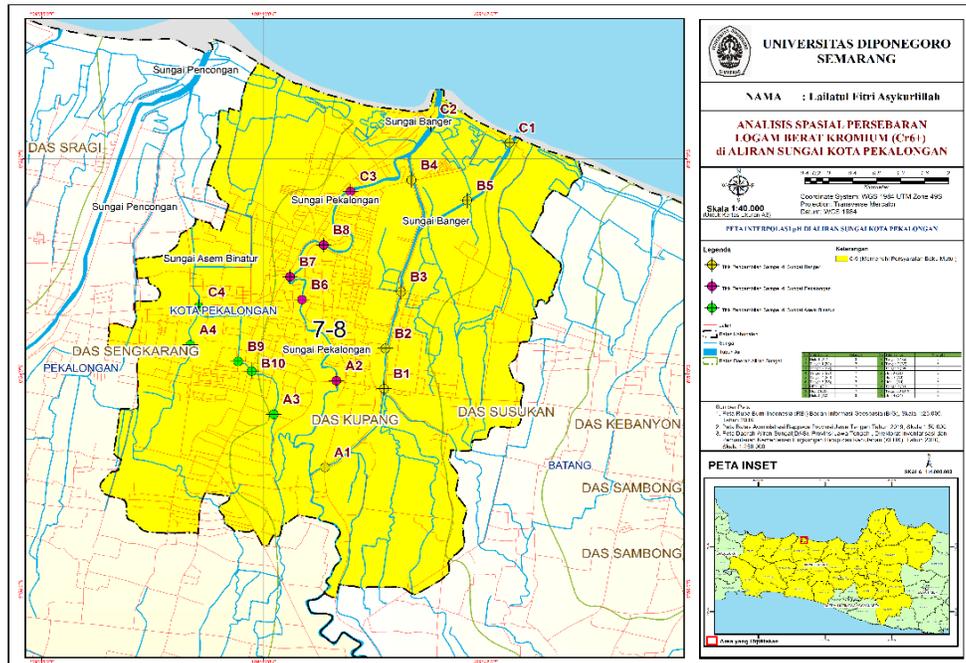


**Gambar 1 Peta Persebaran Nilai Kromium di Kota Pekalongan Tahun 2023**

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa pemetaan menggunakan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) terdapat perbedaan warna untuk memudahkan perbedaan kadar kandungan Kromium dan persebaran pada setiap daerahnya. Warna yang digunakan untuk membedakan kadar kromium diklasifikasikan menjadi 2 (dua) warna yaitu warna hijau dan warna merah. Dimana pada titik A2, B1, B2, B3, B4, B5, C1, C2, dan C3 menghasilkan persebaran warna hijau yang artinya kadar kromium pada daerah titik sampel yaitu <math>< 0,05 \text{ mg/L}</math>. Sementara itu pada titik A1, A3, A4, B6, B7, B8, B9, B10 dan C4 menghasilkan

persebaran warna merah yang artinya kadar kromium pada titik sampel yaitu >math>> 0,05 \text{ mg/L}</math>. Dari peta persebaran tersebut peta yang memiliki warna hijau menunjukkan persebaran kromium tidak melampaui baku mutu, sedangkan peta yang memiliki warna merah menunjukkan persebaran kromium sudah melampaui baku mutu yang ditentukan.

Selain kromium, hasil pengukuran pH juga dibuat persebaran menggunakan metode IDW. Berikut adalah hasil peta persebaran pH di Kota Pekalongan:



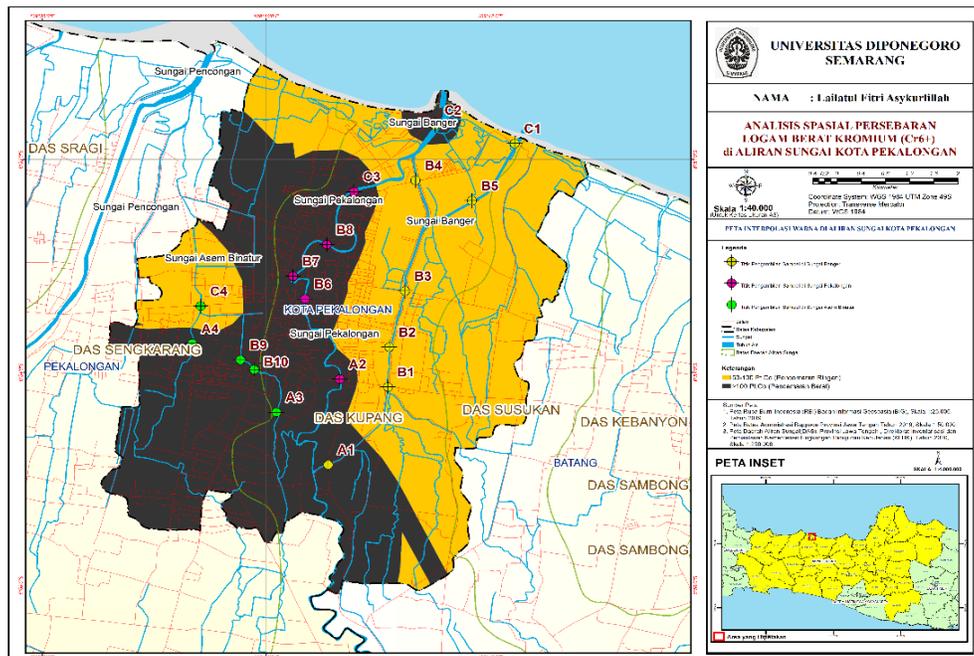
**Gambar 2 Peta Persebaran Nilai pH di Kota Pekalongan Tahun 2023**

Berdasarkan gambar 2 pemetaan persebaran nilai pH menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) menunjukkan hasil warna yang sama untuk semua titik sampel Sungai Kota Pekalongan yaitu kuning yang artinya persebaran nilai pH di Sungai Kota Pekalongan memiliki nilai yang relatif sama yaitu 7 – 8. Dalam

peraturan baku mutu nilai tersebut tidak melampaui persyaratan baku mutu air sungai yang telah ditentukan.

Hasil Pengukuran suhu pada sungai juga dibuat persebaran menggunakan metode IDW. Berikut adalah hasil peta persebaran suhu di Kota Pekalongan:





**Gambar 4** Peta Persebaran Warna Sungai Kota Pekalongan Tahun 2023

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa pemetaan menggunakan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) diketahui pada titik A2, B1, B2, B3, B4, B5 dan C1 menghasilkan warna kuning yang artinya warna sungai pada titik tersebut adalah kuning keruh dan pada titik A1, A3, A4, B6, B7, B8, B9, B10, C2, dan C3 menghasilkan warna hitam yang artinya warna sungai pada titik tersebut antara kuning kehitaman hingga hitam pekat. Warna sungai yang memenuhi persyaratan baku mutu yaitu tidak berwarna atau jernih, sedangkan semua titik sampel dari Sungai Banger, Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur terdapat warna dari kuning keruh hingga hitam pekat, artinya semua

sampel pada titik tersebut tidak memenuhi baku mutu persyaratan yang ditentukan.

### Hasil Analisis *Overlay*

Dalam analisis spasial, *overlay* menjadi karakteristik utamanya. Dalam penelitian ini data yang dioverlay yaitu parameter yang diuji seperti kromium dan parameter lapangan yang diukur seperti pH, suhu dan warna. Untuk membuat peta *overlay* terlebih dahulu dilakukan *scoring* dan pembobotan dari parameter yang diuji maupun parameter yang diukur. Peta hasil *overlay* akan menghasilkan 2 kelas yang menjadi 2 warna yaitu warna kuning untuk tingkat pencemaran sedang dan warna merah untuk tingkat pencemaran berat. Berikut adalah

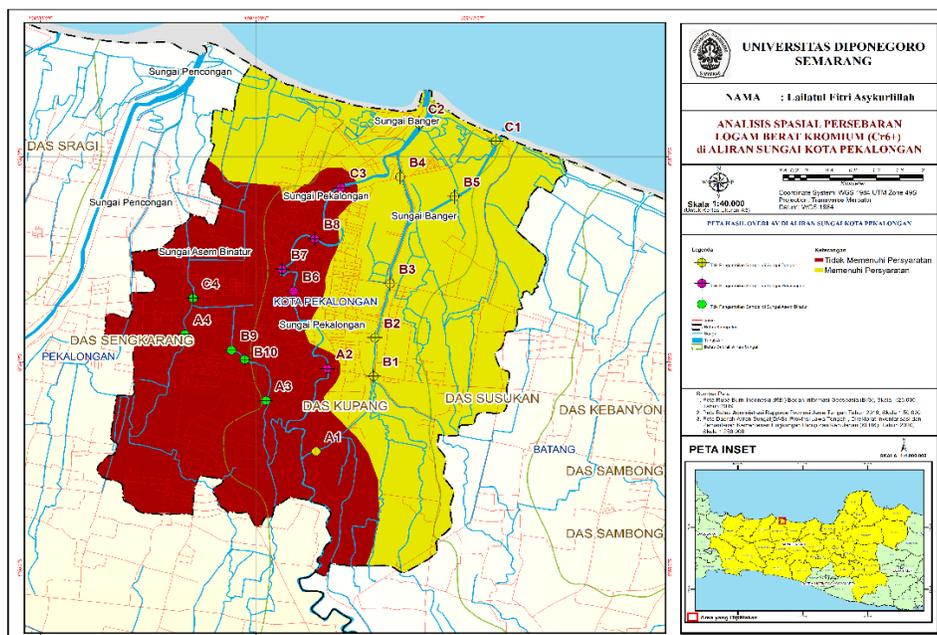
tabel hasil scoring dan pembobotan dan peta hasil overlay:

**Tabel 3**  
**Skor dan Bobot**

Parameter	Baku Mutu	Skor	Bobot
Kromium 6	< 0,05	2	0,5
	> 0,05	1	
pH	6 – 9	2	0,1
	> 9	1	
Suhu	22 <sup>0</sup> C – 28 <sup>0</sup> C	2	0,2
	> 28 <sup>0</sup> C	1	
Warna	0 – 100	2	0,2
	> 100	1	

Berdasarkan tabel skor dan bobot terdapat pertimbangan nilai skoring dan pembobotan dari masing-masing parameter yang. Pertimbangan pada skor 1 artinya nilai dari parameter yang diukur telah melebihi baku mutu yang ditentukan dan nilai 2 artinya

nilai dari parameter yang diukur tidak melebihi baku mutu yang ditentukan. Sedangkan pada pembobotan diberi nilai berdasarkan kontribusi pencemaran dan hasil sebaran yang paling berpengaruh terhadap sungai. Kromium memiliki bobot 0,5 karena kromium merupakan parameter utama dan hasil dari pengujian kromium banyak yang melebihi baku mutu. Derajat keasaman (pH) diberi skor 0,1 karena hasil pengukuran pH tidak melebihi baku mutu. Suhu dan warna masing-masing diberi skor sama yaitu 0,2 dikarenakan hasil dari pengukuran maupun sebaran relatif sama. Berikut adalah peta hasil analisis *overlay* dari persebaran kromium 6, pH, suhu dan warna di Kota Pekalongan:



**Gambar 5** Peta Overlay Kromium, pH, Suhu dan Warna Kota Pekalongan Tahun 2023

Berdasarkan gambar 5 pada peta *overlay* yang sebelumnya telah dibuat peta persebaran menggunakan teknik IDW bertujuan untuk melihat pola sebaran nilai kromium, pH, suhu dan warna di Kota Pekalongan yaitu pada titik A2, B1, B2, B3, B4, B5, C1, C2 dan C3 dalam peta tersebut berwarna kuning dan daerah yang mencakup titik sampel tersebut Pekalongan Barat yaitu pada aliran Sungai Banger. Sedangkan pada titik A1, A3, A4, B6, B7, B8, B9, B10 dan C4 dalam peta berwarna merah dan daerah yang mencakup titik sampel tersebut Pekalongan Selatan, Pekalongan Timur dan Pekalongan Utara yaitu hulu Sungai Banger, Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur.

### **Analisis Pencemaran Kromium Sungai Kota Pekalongan**

Hasil pengujian kromium valensi 6 menunjukkan bahwa rata-rata nilai krom di Sungai Kota Pekalongan melebihi baku mutu sesuai PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup untuk sungai kelas II nilai baku mutu kromium valensi 6 yaitu sebesar 0,005 mg/L. Pada Sungai Banger hanya bagian hulu yang mendapatkan hasil melebihi baku mutu, sedangkan titik yang lainnya tidak melebihi baku mutu. Hal tersebut disebabkan karena aliran pada hulu Sungai Banger yaitu laminar yang memungkinkan terdapat endapan dibawah sungai. Selain itu, pada hulu Sungai Banger terletak di Pekalongan Selatan dimana wilayah

tersebut terdapat industri penyamakan kulit yang memungkinkan membuang limbahnya melalui selokan menuju badan sungai. Limbah industri penyamakan kulit menghasilkan limbah dan potensial menimbulkan masalah pencemaran krom karena dalam prosesnya menggunakan bahan kimia seperti natrium sulfida, krom, kapur, dan amoniak pada saat merendam kulit. Pada daerah sempadan Sungai Banger terdapat pertanian yang memanfaatkan lahan dan air sungai untuk mengairi pertanian. Besarnya kemungkinan logam berat krom dapat terakumulasi dalam tanah dan dapat menyebabkan toksisitas pada hasil pertanian. Krom dapat terserap oleh akar yang selanjutnya dibawa ke jaringan akar, batang, daun, buah atau biji tanaman sehingga bila masuk ke dalam rantai distribusi dan konsumsi pangan akan dapat meracuni manusia atau hewan yang mengkonsumsinya.(12) Sedangkan pada titik lainnya di Sungai Banger nilai kromium tidak melebihi baku mutu, hal tersebut dikarenakan pada Kecamatan Pekalongan Barat terdapat IPAL Kauman yang masih aktif sehingga kemungkinan limbah industri di daerah tersebut sudah mengolah limbahnya sebelum dibuang ke sungai. Industri tersebut yaitu PT. Maya Food Industries pabrik pengalengan ikan yang terdapat di Pekalongan Barat yang menghasilkan limbah cair berupa air kotor hasil proses sanitasi, *thawing* dan produksi.

Hasil pengujian kromium valensi 6 Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur secara keseluruhan menunjukkan nilai melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 0,06 mg/L. Aliran Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur terletak di Kecamatan Pekalongan Selatan, Pekalongan Utara dan Pekalongan Timur yang merupakan wilayah sentra produksi batik dan industri pewarnaan. Sungai Asem Binatur dan Sungai Loji sendiri terletak di wilayah padat permukiman yang mata pencahariannya didominasi pelaku usaha batik. Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur sudah tidak dimanfaatkan oleh masyarakat dikarenakan kondisi fisik sungai yang sudah terlihat berwarna keruh dan berbau tidak sedap. Nilai kromium yang tinggi di daerah ini disebabkan oleh industri batik dan industri pewarnaan jeans yang menggunakan bahan utama pewarna dalam proses pencucian dan pelorodan. Salah satu pewarna yang dipakai industri batik dan tekstil adalah fenol, *remazol black, red* dan *golden yellow* dimana senyawa ini hanya sekitar 5% yang dipakai sedangkan sisanya yaitu 95% akan dibuang sebagai limbah.(13) Senyawa tersebut cukup stabil sehingga sangat sulit untuk terdegradasi di alam dan berbahaya bagi lingkungan apalagi dalam konsentrasi yang sangat besar karena dapat menaikkan kandungan organik seperti pH.(14) Limbah cair di daerah dibuang secara langsung ke sungai melalau pipa selokan karena dari sekian banyak industri yang ada di

Kecamatan Pekalongan Selatan, Pekalongan Timur dan Pekalongan Utara, hanya terdapat 2 saluran IPAL yang aktif, namun IPAL yang dinilai sebagai sistem yang paling efektif belum mampu mengatasi pencemaran limbah batik yang ada di Pekalongan dikarenakan kapasitas limbah yang dalam per hari terlalu besar dan tidak sanggup mengimbangi produksi limbah industri untuk setiap harinya.(15) selain itu jenis aliran Sungai Loji dan Asem Binatur termasuk pada aliran laminar sehingga terjadi proses pengendapan logam berat sehingga menjadi sulit terlarut. Endapan limbah industri tersebut mengakibatkan air sungai menjadi berwarna kehitam-hitaman hingga terkadang kemerahan serta memunculkan bau menyengat.(16)

### **Analisis Parameter Fisik Sungai Kota Pekalongan**

Perubahan pH air dapat menyebabkan berubahnya bau dan warna pada sungai dan dapat mempengaruhi toksisitas senyawa kimia, toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah. Hasil pengukuran pH di Sungai Banger, Loji dan Asem Binatur pada hulu sampai hilir sungai diperoleh nilai rata-rata 7–8 yang artinya nilai pH tersebut masih dalam batas persyaratan baku mutu pH kelas II Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 yaitu 6 – 9. Derajat keasaman (pH) erat hubungannya dengan kandungan logam berat yang terdapat pada sungai karena semakin banyak bahan

pencemar yang berada di dalam sungai maka akan mengakibatkan rendahnya nilai pH yang membuat kesadahan air yang bersifat asam, air yang digolongkan asam karena bersifat bikarbonat dalam air. Hasil pengukuran pH yang mencapai 8 dikarenakan adanya aktivitas pembuangan limbah organik yang bersumber dari limbah rumah tangga mengingat di sempadan sungai tersebut banyak permukiman yang membuang sampahnya ke sungai.(17)

Berdasarkan hasil pengukuran dan persebaran suhu menunjukkan bahwa suhu sungai yang nilainya melebihi baku mutu yaitu pada hulu dan hilir Sungai Banger dan semua titik di Sungai Loji dan Asem Binatur yaitu rata-rata pengukuran suhu memiliki nilai yang tinggi yaitu antara 28<sup>o</sup>C – 31<sup>o</sup>C. Hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan waktu pada saat pengambilan sampel yang berpengaruh terhadap intensitas cahaya. Selain itu, pada saat pengambilan sampel di Sungai Asem Binatur dan Loji yaitu sore hari yang memungkinkan pada saat itu industri sedang membuang limbahnya ke sungai. Kenaikan suhu dapat meningkatkan toksisitas logam berat dalam perairan.(18)

Berdasarkan hasil pengukuran dan persebaran warna menunjukkan pada Sungai Banger rata-rata warna sungainya yaitu kuning keruh, sedangkan Sungai Loji dan Sungai Asem Binatur warnanya kuning kehitaman hingga hitam pekat yang artinya semua warna

Sungai Kota Pekalongan telah melebihi persyaratan baku mutu karena warna yang diperbolehkan dalam baku mutu yaitu tidak berwarna. Hal tersebut terjadi karena sisa dari proses pewarnaan yang menjadi limbah cair yang dibuang ke sungai akan berubah dari yang semula jernih menjadi berwarna sesuai warna limbah dibuang. Selain itu, aliran sungai tersebut yaitu laminar sehingga dapat terjadi pengendapan dan penumpukan yang secara terus menerus menyebabkan warna air sungai menjadi lebih pekat hingga berwarna kehitaman.

### **Analisis Spasial Perserbaran Kromium di Kota Pekalongan**

Analisis spasial bertujuan untuk mendapatkan gambaran kelas pencemaran kromium di aliran Sungai Kota Pekalongan dengan memperhatikan parameter fisik pada sungai tersebut.(19) Kelas pencemaran kromium di aliran Sungai Kota Pekalongan dibagi menjadi 2 kelas yaitu kelas pencemaran sedang dan pencemaran tinggi. Nilai ini diperoleh dari penggabungan nilai pembobotan parameter baik yang diuji maupun parameter lapangan. Kelas pencemaran tertinggi yaitu pada titik A1, A3, A4, B6, B7, B8, B9, B10 dan C4 yang pada peta terlihat warna merah. Titik tersebut berada di wilayah Pekalongan Selatan, Pekalongan Utara dan Pekalongan Timur. Sedangkan kelas pencemaran sedang yaitu pada titik A2, B1,

B2, B3, B4, B5, C1, C2 dan C3 yang pada peta terlihat warna merah. Titik tersebut berada di wilayah Kecamatan Pekalongan Barat.

Berdasarkan hasil dari peta persebaran pencemaran berat menunjukkan warna merah pada peta dimana wilayah tersebut yaitu Kecamatan Pekalongan Selatan, Pekalongan Utara dan Pekalongan Timur yang merupakan aliran Sungai Asem Binatur dan Sungai Loji. Secara fisik kondisi sungai tersebut terlihat keruh kehitaman dan pada bantarnya terdapat banyak sampah. Masyarakat di wilayah tersebut memanfaatkan sungai untuk membuang limbah rumah tangga sebab banyak pelaku usaha industri batik maupun pewarnaan jeans yang tidak memiliki IPAL. Pemerintah sendiri telah memfasilitasi IPAL bersama di kelurahan jenggot namun para pelaku industri tidak mengalirkan limbahnya instalasi tersebut dikarenakan adanya sistem buka tutup saluran yang menuju ke instalasi tersebut. Penyebab sistem tersebut adalah kapasitas yang terbatas dan dalam mengolah limbah juga memerlukan waktu yang lama sehingga pelaku usaha industri lebih memilih mengalirkan limbahnya melalui pipa ke badan air secara langsung dan seringkali limbah tersebut meluap hingga ke jalan. Selain limbah industri, limbah rumah tangga seperti mck, bekas cucian dan sampah padat juga dibuang ke sungai terutama pada permukiman dan pemilik warung di sempadan Sungai Asem Binatur dan Sungai Loji.(20) Sedangkan,

berdasarkan hasil persebaran pencemaran ringan menunjukkan warna kuning pada peta dimana wilayah tersebut yaitu Kecamatan Pekalongan Barat yang merupakan aliran Sungai Banger. Secara fisik Sungai Banger terlihat lebih bening daripada Sungai Asem Binatur dan Sungai Loji, namun pada bagian hulu Sungai Banger yaitu di Kecamatan Pekalongan Selatan warna sungai cenderung kuning kekeruhan. Di wilayah Pekalongan

Aliran sungai dapat melewati permukiman penduduk dimana terdapat berbagai aktivitas masyarakat yang berkaitan dengan pemanfaatan air sungai contohnya sebagai irigasi, tempat mencuci dan mandi. Kromium valensi 6 yang masuk ke lingkungan dapat membawa dampak negatif bagi lingkungan dan biota air. Sifat kromium yang karsinogenik dan non biodegradable membuat logam tersebut sulit diurai hingga menyebabkan akumulasi yang tinggi di lingkungan hingga dapat mengkontaminasi organisme air yang ada disekitarnya atau biasa disebut sebagai bioakumulasi. Selain itu, toksisitas kromium yang masuk ke tubuh manusia dapat menyebabkan beberapa gangguan kesehatan seperti muntah, diare, hingga gangguan saluran pencernaan bahkan dapat menyebabkan nekrosis pada hati dan ginjal.(21) Keracunan kromat secara langsung pada industri penyamakan kulit dapat menimbulkan iritasi pada kulit, terakumulasi dalam hati, dan keracunan sistemik. Uap kromat yang terhirup

dapat menimbulkan infeksi (radang) pada saluran pernapasan dan kanker paru-paru, serta kerusakan kulit oleh garam krom. Untuk itu sebaiknya sungai yang tercemar tidak digunakan dalam kegiatan sehari-hari.(22)

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan persebaran kromium valensi 6 di aliran Sungai Kota Pekalongan dari arah hulu ke hilir rata-rata telah melebihi persyaratan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 kelas II yaitu baku mutu kromium valensi 6 sebesar 0,05 mg/L. Persebaran kromium menggunakan analisis spasial menghasilkan wilayah Kecamatan Pekalongan Barat didapatkan kelas dengan pencemaran ringan sedangkan wilayah Kecamatan Pekalongan Selatan, Pekalongan Utara dan Pekalongan Timur didapatkan kelas dengan pencemaran berat. Berdasarkan kesimpulan tersebut, Sungai Kota Pekalongan sudah tidak dapat digunakan sesuai peruntukan kebutuhan sehari-hari masyarakat karena terdapat pencemaran yang dapat mengakibatkan berbagai gangguan untuk kesehatan.

Penelitian ini diharapkan menjadi masukan atau rekomendasi kebijakan bagi pemerintah dan pelaku usaha sebagai upaya mengatasi pencemaran sungai di Kota Pekalongan. Bagi Pelaku usaha industri disarankan untuk membuat IPAL masing – masing untuk mengurangi pencemaran akibat

pembuangan limbah dan kepada masyarakat agar tidak memanfaatkan sungai untuk keperluan sehari-hari.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Balai Laboratorium Kesehatan dan Pengujian Alat Provinsi Jawa Tengah yang telah memberikan bantuan dalam melaksanakan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Hanafi, Fahrudin D. Analisis Neraca Air Di Das Kupang Dan. RedCarpet Studio, editor. Yogyakarta: Percetakan Pohon Cahaya; 2012.
2. Sudarwin. Analisis spasial pencemaran logam berat (pb dan cd) pada sedimen aliran sungai dari tempat pembuangan akhir (tpa) sampah jatibarang semarang. 2008;1–151. Available from: <http://eprints.undip.ac.id/17967/1/SUDARWIN.pdf>
3. Kusumawati N, Rahmadyanti E, Sianita MM. Batik became two sides of blade for the sustainable development in Indonesia [Internet]. Green Chemistry and Water Remediation: Research and Applications. Elsevier Inc.; 2021. 59–97 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-817742-6.00003-7>
4. Siregar AS, Prayogo NA, Harisam T. The accumulation of heavy metals kadmium (cd) in water, sediments and aquaculture biota which contaminated by batik waste in mulyorejo village pekalongan. Vol. 406, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019.
5. Joko T, Dangiran HL, Astorina N, Dewanti Y. The Effectiveness of Plant Pistia Stratiotes Weight to Reduction of

- Heavy Metal Content Chromium (Cr) Waste at Batik Home Industry in Regency of Pekalongan. *Int J Sci Basic Appl Res* [Internet]. 2015;24:45–54. Available from: <http://gssrr.org/index.php?journal=JournalOfBasicAndApplied>
6. Thatoi H, Das S, Mishra J, Rath BP, Das N. Bacterial chromate reductase, a potential enzyme for bioremediation of hexavalent chromium: A review. *J Environ Manage* [Internet]. 2014;146:383–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.014>
  7. Gautam PK, Gautam RK, Banerjee S, Chattopadhyaya MC, Pandey JD. Heavy metals in the environment: Fate, transport, toxicity and remediation technologies. *Heavy Met Sources, Toxic Remediat Tech*. 2016;(March 2017):101–30.
  8. Putri LRID, Moelyaningrum AD, Ningrum PTR. Kondisi Fisik Air Sungai Dan Kandungan Logam Kromium Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) (Studi Di Sungai Kreongan Sekitar Industri Batik X, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember). *J Kesehat Lingkung Indones*. 2022;21(3):293–300.
  9. Sahlan RL, Radinta S, Kholisoh ST, Mahargiani T. Penurunan Kadar Krom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit dengan Metode Elektrokoagulasi secara Batch. *Pros Semin Nas Tek Kim Kejuangan*. 2016;(51):1–7.
  10. Kimbrough DE, Cohen Y, Winer AM, Creelman L, Kimbrough DE. Critical Reviews in Environmental Science and Technology A Critical Assessment of Chromium in the Environment A Critical Assessment of Chromium in the Environment. 2013;(June 2013):37–41.
  11. Kusuma AT, Effendi N, Abidin Z, Awaliah SS. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Raksa (Hg) Pada Cat Rambut Yang Beredar Di Kota Makassar Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Celeb Environ Sci* [Internet]. 2019;1(April):6–12. Available from: <http://journal.ildikti9.id/CAE>
  12. On U, Adsorption C, Green OF. Pada Tanaman Sawi ( the Effect of Leather Tanning Industry Waste Utilization on Chromium Adsorption of Green. 2012;69–78.
  13. Fitriana L, Purnama AR. Pola Sebaran Spasial Logam Berat Kadmium di Sungai Kawasan Industri Berbek Kabupaten Sidoarjo. *J Res Technol* [Internet]. 2021;VII(2460):41–50. Available from: <https://www.journal.unusida.ac.id/index.php/jrt/article/view/306/314>
  14. Puspita UR, Siregar AS, Hidayati N V. Kemampuan Tumbuhan Air sebagai Agen Fitoremediator Logam Berat Kromium (Cr) yang terdapat pada Limbah Cair Industri Batik. 2016;39(1):1–23.
  15. Fajar M, Mediani A, Finesa Y. Analisis Peranan IPAL Dalam Strategi Penanganan Limbah Industri Batik di Kota Pekalongan. *Pengemb Wil Berkelanjutan di Era Revolusi Ind 40*. 2019;84–90.
  16. Wardani RWK, Ellike, Ningrum PT. Kandungan krom pada limbah cair batik dan air sumur disekitar industri batik UD Bintang Timur. *Artik Ilm Has Penelit*. 2014;1–7.
  17. Oktafeni M. Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter BOD5 dan pH

di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang. *J Kesehat Masy* [Internet]. 2016;4(Nomor 2 (ISSN:2356-3346)):166–75. Available from: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>

18. Asrini K, Sandi Adnyana IW, Rai IN. Studi Analisis Kualitas Air Di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *ECOTROPHIC J Ilmu Lingkung (Journal Environ Sci.* 2017;11(2):101.
19. Suwarsito, Sarjanti E. Analisis Spasial Tingkat Pencemaran Sungai-sungai di Purwokerto, Jawa Tengah. *Semin Nas.* 2019;545–51.
20. Sonta MA, Gunawan, Arsi AA. Strategi adaptasi ekologi masyarakat dalam menghadapi pencemaran limbah. *Solidarity.* 2017;6(2):214–27.
21. Wulandari DD, Izzatunnisa S, dkk. Literatur Review: Akumulasi dan Toksisitas Logam Berat: Kadmium (Cd), Kromium (Cr) dan Nikel (Ni). *J Kesehat Lingkung* [Internet]. 2021;11(2):93–8. Available from: <https://ejurnal.poltekkes-manado.ac.id/index.php/jkl/article/view/1739>  
<https://ejurnal.poltekkes-manado.ac.id/index.php/jkl/article/download/1739/1080>
22. Dian Yuni Pratiwi. Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan Manusia. *J Akuatek.* 2020;1(1):59–65.