
Perbandingan Kandungan Kromium dan Klorin pada Outlet Limbah Pabrik Kertas di Aliran Sungai Brantas, Gresik

Anisa Rahmawati[✉] & Feni Iranawati
Universitas Brawijaya

ABSTRAK

Sekitar Sungai Brantas menjadi lokasi banyak kegiatan industri seperti industri pengolahan kertas. Kegiatan industri ini akan menghasilkan berbagai limbah buangan yang dapat mencemari ekosistem perairan khususnya pada outlet limbah yang membuang berbagai zat kimia ke perairan. Penelitian bertujuan mengetahui kandungan logam berat kromium serta zat kimia klorin yang ada di outlet pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta, PT Dayasa Aria Prima, dan PT Surabaya Mekabox dengan membandingkan baku mutu sesuai PP 22/2021. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif deskriptif. Instrumen yang digunakan dalam pengujian kandungan logam berat kromium dan zat kimia klorin adalah colorimeter hanna instrument. Hasil kajian menunjukkan pembuangan PT Dayasa Aria Prima memiliki kandungan kromium tertinggi. Sementara kandungan klorin tertinggi ada pada pembuangan PT Adiprima Suraprinta. Diharapkan industri kertas mampu meningkatkan kesadaran terkait limbah buangan yang dihasilkan terhadap lingkungan dan penelitian selanjutnya dapat menambah data dan lokasi guna memperbanyak data.

Kata kunci: Kromium, Klorin, Industri, Sungai Brantas, Limbah Pabrik Kertas

Comparison of the Content Chromium and in Paper Factory Outlets in the Brantas River, Gresik

ABSTRACT

The area around the Brantas River is the location of many industrial activities such as the paper processing industry. This industrial activity will produce various wastes which can pollute aquatic ecosystems, especially at waste outlets which dump various chemicals into the waters. The research aims to determine the content of the heavy metal chromium and the chemical chlorine in the outlets of PT Adiprima Suraprinta, PT Dayasa Aria Prima and PT Surabaya Mekabox paper factories by comparing quality standards according to PP 22/2021. The research method used is descriptive quantitative research. The instrument used in testing the content of the heavy metal chromium and the chemical substance chlorine is the Hanna instrument colorimeter. The results of the study showed that PT Dayasa Aria Prima's waste had the highest chromium content. Meanwhile, the highest chlorine content is in the disposal of PT Adiprima Suraprinta. It is hoped that the paper industry will be able to increase awareness regarding the waste produced on the environment and that further research can add data and locations to increase data.

Keywords: Chromium, Chlorine, Industry, Brantas River, Paper Factory Waste

PENDAHULUAN

Sungai Brantas menjadi salah satu sungai terpanjang di Pulau Jawa yang mengalir di beberapa kota dan kabupaten di Jawa Timur. Seiring berjalannya waktu kota dan kabupaten tersebut terus mengalami perkembangan. Air yang mengalir di Sungai Brantas umumnya dimanfaatkan

masyarakat sekitar untuk berbagai kegiatan seperti pertanian, industri dan rumah tangga (Hertika et al., 2021). Wilayah sekitar Sungai Brantas juga terdapat sejumlah pabrik pengolahan industri yang dimanfaatkan sebagai salah satu mata pencaharian masyarakat. Pabrik

[✉] Corresponding author
Address : Malang, Jawa Timur
Email : annisarahmaw7@student.ub.ac.id

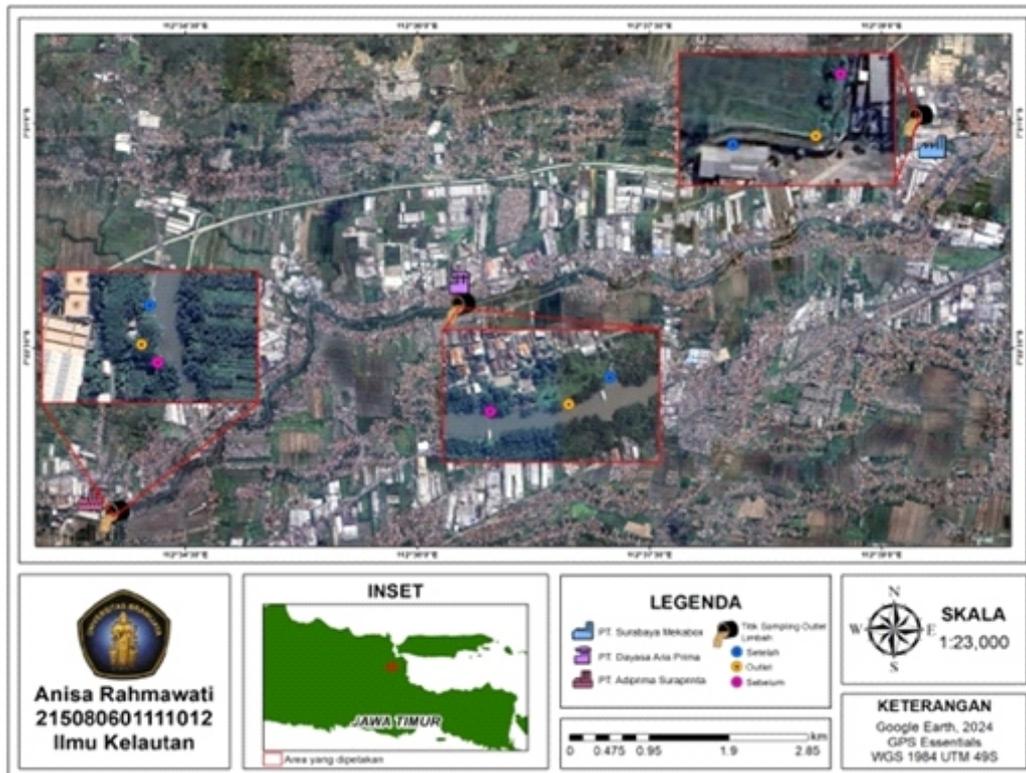
pabrik tersebut memiliki potensi untuk mengeluarkan limbah berbahaya dan jika tidak dikelola dengan baik maka akan berdampak buruk bagi kesehatan lingkungan.

Sumber pencemaran yang berasal dari kegiatan industri salah satunya adalah logam berat. Logam berat sendiri adalah logam yang juga disebut sebagai metalloid yang memiliki ketertarikan erat dengan berbagai masalah yang terjadi di lingkungan (Afrianti & Irni, 2020). Logam berat yang masuk ke perairan akan tercampur melalui sistem adsorpsi yang juga akan mengalami pengenceran sebelum adanya pengendapan pada dasar perairan. Hal tersebut menjadikan limbah industri harus di olah dengan baik. Jika tidak limbah industri yang dibuang tanpa pengolahan akan menyebabkan akumulasi logam berat yang ada di perairan (Rahmayanti et al., 2023). Limbah industri khususnya limbah cair sendiri memiliki potensi lebih banyak untuk menghasilkan limbah logam berat. Pengendapan tersebut terjadi lama kelamaan juga akan tertimbun pada biota perairan dan sedimen di sekitar Sungai Brantas (Priatna et al., 2016). Pencemaran limbah industri khususnya logam berat dan berbagai zat kimia lainnya yang akan berdampak pada keadaan perairan sungai seperti air sungai yang semakin berubah warna dan juga kualitas perairan yang semakin hari semakin menurun. Pengaruh lainnya yang juga akan di rasakan jika air tersebut di gunakan masyarakat adalah timbulnya berbagai penyakit seperti gatal pada tubuh hingga keracunan (Juharna et al., 2022).

Limbah cair industri yang umumnya berbentuk air limbah dapat diartikan sebagai suatu komponen sisa yang berasal dari sisa pengolahan bahan produksi suatu industri (Samsudin et al., 2018). Air limbah yang di buang umumnya mengandung banyak sekali zat-zat berbahaya. Salah satu jenis pencemar yang dapat di temui di perairan sungai adalah logam berat kromium dan zat kimia klorin. Kromium merupakan salah jenis logam berat yang memiliki sifat

bio akumulatif, persisten dan juga toksik dan susah terurai (A`yunina et al., 2022). Klorin merupakan senyawa kimia yang memiliki warna kuning cenderung kehijauan yang banyak di temui pada limbah cair industri khususnya berasal dari limbah cair dan sisa zat pewarna (Taufiq & Ukhro, 2021). Keduanya apabila mengalami pengendapan akan terakumulasi bersama sedimen di perairan menjadi salah satu sumber pencemar yang dapat mengganggu kestabilan ekologis perairan sehingga juga akan masuk ke rantai makanan dan sampai ke manusia (Pradona & Partaya, 2022). Dampak yang dapat dirasakan dari paparan limbah logam berat kromium dan zat kimia klorin pada biota perairan adalah hilangnya beberapa spesies biota perairan dan berkurangnya keberagaman jenis ikan yang ada di perairan (Wulandari et al., 2021). Hal tersebut terjadi demikian karena pengaruh dari cemaran tersebut dapat mempengaruhi sel pada tubuh hewan-hewan perairan yang ada. Banyak sekali kandungan berbahaya yang ada pada limbah cair dan hal tersebut memiliki beragam dampak bagi lingkungan dan juga kehidupan yang ada pada perairan.

Salah satu sumber limbah cair yang dibuang ke perairan dan berpotensi mengandung logam berat kromium dan zat kimia klorin diantaranya adalah limbah baprik kertas. Kromium dapat berada pada limbah cair yang dibuang oleh pabrik kertas karena kromium sendiri merupakan kandungan yang terdapat pada zat pewarna khususnya tinta yang digunakan untuk produksi kertas pada pabrik industri kertas (Aji et al., 2019). Sedangkan klorin sendiri umumnya digunakan dalam industri kertas untuk dimanfaatkan pada proses pemutihan dan juga perekatan kertas yang akan di produksi (Maulufinah & Junaidi, 2023). Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari logam berat kromium dan zat kimia klorin yang ada pada limbah cair dari outlet limbah pabrik kertas yang di buang pada aliran Sungai Brantas di Wilayah Gresik, Jawa Timur. Industri kertas yang buangan limbahnya



Sumber: Data Penelitian Diolah, (2024)

Gambar 1
Lokasi Pengambilan Sampel

dibuang pada aliran Sungai Brantas di Wilayah Gresik diantaranya adalah Pabrik Kertas PT Adiprima Suraprinta, PT Dayasa Aria Prima, PT Surabaya Mekabox. Nilai kandungan logam berat kromium dan zat kimia klorin yang nantinya didapatkan akan dibandingkan dari ketika outlet yang diambil dan dibandingkan pula dengan baku mutu air nasional yang ada sehingga dapat mengetahui dampak dan juga pengaruhnya terhadap lingkungan agar dapat menjadi bahan untuk penelitian dan kajian yang akan dilaksanakan selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian kandungan logam berat kromium dan zat kimia klorin yang ada pada pembuangan limbah pabrik kertas merupakan salah satu penelitian yang dikulas secara kuantitatif deskriptif. Metode yang dilaksanakan pada pengambilan sampel di penelitian ini adalah purposive sampling yang digunakan dalam penentuan titik pengambilan sampel yang dilaksanakan

dengan pertimbangan dan tujuan tertentu (Isaac, 2023). Pertimbangan yang dilakukan diantaranya adalah pemilihan lokasi pengambilan sampel yang ada pada beberapa titik pada area pembuangan limbah pabrik kertas yang mengandung logam berat kromium dan zat kimia klorin. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - April 2024 yang dilaksanakan pada 3 Stasiun yakni outlet limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta, PT Dayasa Aria Prima, dan PT Surabaya Mekabox. Lokasi penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1 Pada setiap stasiun pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik diantaranya adalah sebelum outlet, outlet, dan sesudah outlet.

Lokasi penelitian yang digunakan ditandai menggunakan GPS *essential* menggunakan handphone. Sampel air yang akan diteliti diambil menggunakan alat bantu dengan menyesuaikan lokasi pengambilan sampel. Sampel air pada lokasi yang dapat dijangkau dengan mudah diambil menggunakan ember aluminium sedangkan untuk sampel air yang terdapat pada beberapa lokasi yang

dibatasi diambil menggunakan alat bantu berupa ember. Sampel air yang telah diambil kemudian di uji menggunakan alat *colorimeter hanna instrument*. Pengujian dilakukan dengan memasukan sampel air sebanyak 10 ml ke dalam kuvet, kemudian ditambahkan *reagen* sesuai dengan logam berat dan zat kimia yang akan di uji. Sampel air yang sudah diberi reagen dihomogenkan selama 10 detik hingga benar-benar larut, kemudian bersihkan kuvet hingga benar benar bersih sebelum dimasukan kedalam *colorimeter hanna instrument*. Setelah kuvet dimasukan ke dalam *colorimeter hanna instrument*, tunggu beberapa menit dan hasil akan keluar pada layer *display*. Data yang telah didapkan kemudian diolah dan sajikan dalam bentuk diagram agar memudahkan pembaca untuk membaca.

HASIL DAN PEMBAHASAN

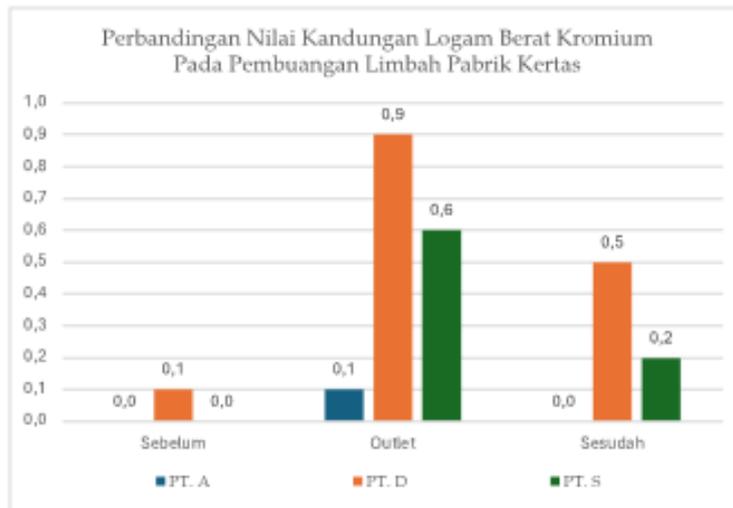
Analisis keadaan sungai umumnya dapat dilihat dari limbah buangan dan juga kandungan yang ada pada sungai tersebut, baik itu zat kimia maupun kandungan lainnya. Pencemaran pada ekosistem sungai saat ini semakin marak terjadi. Sumber dari pencemaran tersebut sangat bervariasi diantaranya adalah limbah industri dan juga domestik. Pencemaran pada ekosistem sungai dapat dilihat dan diidentifikasi dari aroma dan juga perubahan warna yang ada pada air sungai. Kandungan logam berat kromium dan zat kimia klorin pada ekosistem sungai dapat berasal dari pembuangan limbah industri dan juga beberapa limbah domestik yang juga ikut dibuang ke dalam sungai (Nuraini et al., 2017). Hal tersebut jika dibiarkan terus menerus akan menyebabkan adanya peningkatan kandungan logam berat kromium dan zat kimia klorin akan meningkat dan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem sungai yang ada (Hertika et al., 2021). Pada penelitian kali ini didapatkan hasil pengujian kandungan logam berat kromium dan zat kimia klorin pada outlet limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta, PT Dayasa Aria Prima, dan PT Surabaya Mekabox.

Berdasarkan pengujian kandungan logam berat kromium yang ada di outlet limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta, PT Dayasa Aria Prima, dan PT Surabaya Mekabox didapatkan hasil yang bervariasi. Pada pengujian kali ini didapatkan nilai logam berat kromium tertinggi pada outlet limbah pabrik kertas PT. D sebesar 0,9 mg/liter. Nilai tersebut dapat dikatakan tidak memenuhi syarat baku mutu dari Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 mengenai baku mutu limbah cair industri dimana batas dari kandungan logam berat kromium Cr (VI) adalah sebesar 0,05 mg/liter (Fidiastuti & Lathifah, 2018).

Penggunaan kromium pada industri kertas dimanfaatkan pada proses pewarnaan. Selain pada zat pewarna kromium juga terkandung pada tinta yang digunakan sebagai salah satu bahan produksi pada industri kertas (Aji et al., 2019). Hal tersebut menyebabkan limbah yang dihasilkan industri kertas mengandung kromium yang dapat larut dan ikut terbuangan kedalam ekosistem perairan. Kromium umumnya bersifat mudah larut dan memiliki kadar toksistas yang tinggi sehingga mampu menjadi faktor terjadinya kematian pada organisme dan juga hewan hidup pada ekosistem perairan (Gani et al., 2023).

Berdasarkan pengujian kandungan zat kimia klorin di outlet limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta, PT Dayasa Aria Prima, dan PT Surabaya Mekabox didapatkan hasil beragam. Pada pengujian kali ini didapatkan nilai klorin tertinggi pada outlet limbah pabrik kertas PT. A sebesar 0,9 mg/liter. Nilai tersebut cukup tinggi dan hampir melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 mengenai baku mutu limbah cair industri dimana batas dari kandungan logam berat klorin adalah sebesar 0.03 mg/liter (Maulufinah & Junaidi, 2023). Limbah tersebut dihasilkan dari proses pemutihan dan penghalusan kertas. Klorin dimanfaatkan dalam insdutri kertas sebagai pemutih dan penguat permukaan kertas (Sita, 2020).

Penggunaan serta pembuangan



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

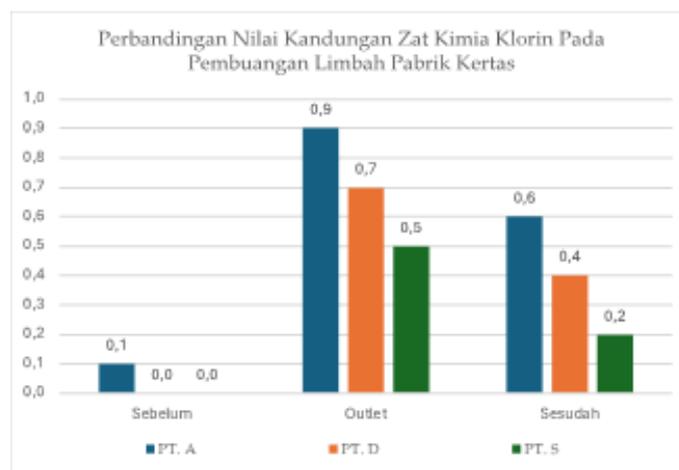
Gambar 2

Perbandingan Kandungan Logam Berat Kromium pada Pembuangan Limbah Pabrik Kertas

limbah yang memiliki kandungan zat kimia klorin jika dibiarkan secara terus menerus akan berdampak buruk pada lingkungan. Hal tersebut terjadi karena klorin memiliki sifat yang reaktif dan juga senyawa lain akan membentuk senyawa baru diantaranya adalah organiklorin yang memiliki sifat toksik dan juga dapat menimbulkan dampak buruk berupa karsinogen bagi manusia (Natalina & Firdaus, 2017). Klorin memiliki potensi pencemaran perairan dan juga ekosistem yang ada di sekitarnya.

Berdasarkan hasil pengujian logam berat kromium yang didapatkan pada beberapa pembuangan limbah

pabrik kertas didapatkan hasil bahwa pabrik kertas PT Dayasa Aria Prima memiliki nilai kandungan logam berat kromium yang paling tinggi diantara pembuangan limbah pabrik kertas lainnya, baik dari titik sebelum *outlet*, *outlet* maupun sesudah *outlet* dan nilai tersebut melebihi baku mutu dari Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021 yakni sebesar 0,05 mg/liter yang dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil pengujian yang didapatkan menunjukkan kandungan logam berat kromium yang ada pada titik sebelum outlet PT. D sebesar 0,1 mg/liter, pada titik outlet didapatkan nilai sebesar 0,9 mg/liter dan pada titik setelah outlet



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

Gambar 3

Perbandingan Zat Kimia Klorin pada Pembuangan Limbah Pabrik Kertas

memiliki nilai sebesar 0,5 mg/liter. Tingginya kandungan logam berat kromium pada pengolahan kertas disebabkan karena adanya penggunaan zat warna atau tinta yang memiliki bahan kimia aktif dengan kandungan kromium yang mampu terakumulasi pada limbah pabrik kertas (Aji et al., 2019). Limbah pabrik kertas PT Dayasa Aria Prima tidak hanya berasal dari limbah buangan pengolahan industri kertas namun juga diduga disebabkan karena berbagai faktor yang ada diantaranya adalah pengaruh dari limbah rumah tangga dan juga berbagai kegiatan industri lain yang ada berdekatan pada lokasi pembuangan. Pada titik sebelum dan juga setelah *outlet* memiliki nilai yang cukup tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya karena sampel air yang diambil telah tercampur dengan air yang ada di perairan sekitar outlet limbah pabrik kertas tersebut. Hal tersebut menyebabkan adanya kemungkinan sampel yang diambil juga terpengaruh oleh berbagai bahan kimia yang ada disekitar lokasi. Penyebab tinggi dan rendahnya kandungan logam berat kromium juga dapat disebabkan karena adanya akumulasi bahan kimia yang berasal dari proses pengolahan industri lain dan juga limbah rumah tangga (Syaifullah et al., 2018).

Pada pengujian kandungan zat kimia klorin yang ada pada pembuangan limbah pabrik kertas didapatkan nilai tertinggi zat kimia klorin ada pada pembuangan limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta ketiga titik pada lokasi tersebut memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan ketiga titik dilokasi lainnya. Nilai yang didapatkan pada setiap titik pada pembuangan limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta masih memenuhi batas baku mutu Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021 yakni sebesar 0.03 mg/liter, namun pada titik *outlet* pembuangan limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta memiliki nilai yang paling tinggi dan hampir mendekati batas baku mutu yakni sebesar 0,9 mg/liter. Hasil pengujian dapat dilihat

pada Gambar 3 yang menunjukkan kandungan zat kimia klorin pada titik sebelum *outlet* sebesar 0,1 mg/liter, pada titik outlet didapatkan nilai sebesar 0,9 mg/liter dan pada titik setelah outlet memiliki nilai sebesar 0,6 mg/liter.

Nilai kandungan klorin yang ada pada lokasi pembuangan limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta pada setiap titiknya memang memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya namun jika dibandingkan dengan baku mutu yang ada nilai tersebut tergolong melampaui baku mutu yang ada. Kandungan klorin jika dibiarkan terus menerus dari hari ke hari akan semakin meningkat karena terjadinya akumulasi. Proses pemutihan dan juga perataan permukaan kertas dilakukan dengan berbagai bantuan zat kimia salah satunya adalah klorin. Selain itu proses perketan pada industri kertas juga memanfaatkan banyak zat kimia yang salah satu kandungannya juga melibatkan zat kimia klorin (Maulufinah & Junaidi, 2023). Nilai kandungan yang ada pada *outlet* limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta hampir melampaui baku mutu sehingga perlu adanya pengolahan dan juga pemantauan terhadap pembuangan limbah tersebut agar tidak mengganggu keseimbangan ekosistem perairan yang ada di sekitarnya. Nilai klorin yang ada pada titik sebelum dan dan setelah *outlet* pembuangan limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta disinyalir juga terdampak oleh pengaruh kegiatan rumah tangga dan juga industri yang ada di sekitar lokasi. Nilai klorin yang didapat pada titik sebelum *outlet* pembuangan limbah pabrik kertas PT Adiprima Suraprinta memiliki kemungkinan tercampur dengan limbah rumah tangga yang berasal dari kegiatan rumah tangga pemukiman warga disekitar lokasi. Tinggi rendahnya nilai klorin yang berasal dari limbah rumah tangga dapat berasal dari penggunaan detergen dan sabun pencuci yang saluran pembuangannya langsung mengarah ke perairan sekitar (Setioningrum et al., 2020).

SIMPULAN

Pada penelitian ini uji kandungan logam berat kromium dan zat kimia klorin yang ada di pembuangan limbah pabrik kertas Pt Adiprima Suraprinta, PT Dayasa Aria Prima, dan PT Surabaya Mekabox memiliki perbandingan yang cukup signifikan dimana nilai kromium tertinggi ada pada *outlet* PT Dayasa Aria Prima. Hasil uji yang didapatkan dapat dikatakan tidak memenuhi syarat dari baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Hal tersebut disebabkan karena kandungan kromium yang ada umumnya berasal dari penggunaan zat warna atau tinta yang memiliki bahan kimia aktif dengan kandungan kromium yang mampu terakumulasi pada limbah pabrik kertas. Limbah pabrik kertas PT Dayasa Aria Prima tidak hanya berasal dari limbah buangan pengolahan industri kertas namun juga diduga disebabkan karena berbagai faktor yang ada diantaranya adalah pengaruh dari limbah rumah tangga dan juga berbagai kegiatan industri lain yang ada berdekatan pada lokasi pembuangan. Sedangkan nilai klorin tertinggi ada pada *outlet* PT Adiprima Suraprinta. Hasil uji yang didapatkan dapat dikatakan tidak memenuhi syarat dari baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Nilai klorin yang ada dapat dipengaruhi adanya proses pemutihan dan juga perataan permukaan kertas. Selain itu kandungan klorin yang ada pada lokasi juga dapat terpengaruh oleh kegiatan rumah tangga dan juga industri yang ada di sekitar lokasi. Meningkatkan kesadaran akan dampak industri terhadap lingkungan adalah langkah yang penting. Dengan mengimplementasikan teknologi ramah lingkungan dalam proses produksi dapat mengurangi risiko kandungan klorin dan kromium yang tinggi pada air sungai di sekitar area pembuangan limbah pabrik kertas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada ECOTON Foundation yang telah menaungi dan juga membantu

riset dan penelitian ini hingga dapat tertulis dan terselesaikannya jurnal ini. Tak lupa terimakasih kepada Ibu Feni Iranawati selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan bantuan, tak lupa terimakasih pada orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan hingga dapat terselesaikannya jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yunina, U., Moelyaningrum, A. D., & Ellyke. (2022). Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*) untuk Mengikat Kromium (Cr) (Study Pada Limbah Cair Batik). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(1), 93-98. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.1.93-98>
- Afrianti, S., & Irni, J. (2020). Analisa Tingkat Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Daerah Aliran Sungai Deli Sumatera Utara. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 6(2), 153-161. <https://doi.org/10.31289/biolink.v6i2.2964>
- Aji, A. C., Masykuri, M., & Rosariastuti, R. (2019). *Fitoremediasi Logam Kromium di Tanah Sawah dengan Rami (Boehmeria Nivea) dan Environmental Health Agriculture System (EHAS)*. *Jurnal Bioeksperimen*, 5(2). <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v5i1.2795>
- Fidiastuti, H. R., & Lathifah, A. S. (2018). Uji Karakteristik Limbah Cair Industri Batik Tulungagung: Penelitian Pendahuluan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek Ke-3*, 296-300.
- Gani, J. F., Taroepatjeka, D. A. H., & Marganingrum, D. (2023). Efisiensi Penggunaan Material Preservasi Mikroorganisme (Mpmo) Dalam Penyisihan Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Reaktor Batch. *Jurnal Reka Lingkungan*, 11(2), 130-139.

- <https://doi.org/10.26760/rekalin.kungkung.v11i2.130-139>
- Hertika, A. M. S., Arfiati, D., Lusiana, E. D., & Putra, R. B. D. S. (2021). Analisis Hubungan Kualitas Air dengan Kadar Glukosa Darah di Perairan Sungai Brantas. *Journal of Fisheries And Marine Research*, 5(3), 522-530.
- Isaac, E. (2023). Convenience and Purposive Sampling Techniques: Are they the Same? *International Journal of Innovative Social & Science Education Research*, 11(1), 1-7.
- Juharna, F. M., Widowati, I., & Endrawati, H. (2022). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Morosari, Sayung, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2), 139-148. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.41617>
- Maulufinah, D., & Junaidi, A. S. (2023). Dampak Limbah Pabrik Kertas Terhadap Kualitas Air Kanal Mangetan Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*, 3(3), 857-870. <https://doi.org/10.58954/epj.v3i3.163>
- Natalina, N., & Firdaus, H. (2017). Penurunan Kadar Kromium Heksavalen (Cr6+) Dalam Limbah Batik Menggunakan Limbah Udang (Kitosan). *Teknik*, 38(2), 99-102. <https://doi.org/10.14710/teknik.v38i2.13403>
- Nuraini, R. A. T., Endrawati, H., & Maulana, I. R. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Kromium (Cr) Pada Air, Sedimen Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Trimulyo Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(1), 48-55.
- Pradona, S., & Partaya. (2022). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Ikan di Tanjung Mas Semarang. *Life Science*, 11(2).
- Priatna, D. E., Purnomo, T., & Kuswanti, N. (2016). Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Air dan Ikan Bader (*Barbonymus gonionotus*) di Sungai Brantas Wilayah Mojokerto. *LenteraBio*, 5(1), 48-53.
- Rahmayanti, A., Hamidah, L. N., & Sari, P. A. P. S. (2023). Analisis Kualitas Air Limbah Industri Logam di Kabupaten Sidoarjo dalam Menyisihkan TSS dan Logam Berat. *Environmental Engineering Journal I T A T S*, 3 (1) , 7 4 - 7 9 . <https://doi.org/10.31284/j.envitats.2023.v3i1.4115>
- Samsudin, W., Selomo, M., & Natsir, M. F. (2018). *Processing of Industrial Liquid Waste to Be Liquid Organic Fertilizer with Addition of Effective Microorganism-4 (Em-4)*. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2). <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jnik/article/view/5990>
- Setioningrum, R. N. K., Sulistyorini, L., & Rahayu, W. I. (2020). Gambaran Kualitas Air Bersih Kawasan Domestik di Jawa Timur pada Tahun 2019. *Jurnal IKESMA*, 16(2), 87. <https://doi.org/10.19184/ikesma.v16i2.19045>
- Sita, M. R. (2020). *Penerapan Sanksi Administrasi terhadap Pelanggaran Baku Mutu Air Limbah Sebagai Instrumen Penanggulangan Kerusakan Lingkungan Hidup*. *Padjajaran Law Review*, 8(1).
- Syaifulallah, Moch., Candra, Y. A., Soegianto, A., & Irawan, B. (2018). Kandungan Logam Non Esensial (Pb, Cd Dan Hg) Dan Logam Esensial (Cu, Cr Dan Zn) Pada Sedimen Di Perairan Tuban Gresik Dan Sampang Jawa Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), 69. <https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.4497>
- Taufiq, & Ukhro, J. (2021). Analisis Kandungan Klorin Pada Pembalut Wanita Dan Popok Dewasa Secara Spektrofotometri Uv-Vis. *Journal.Yamasi.Ac.Id*, 5(1). <https://jurnal.yamasi.ac.id/index.php/Jurkes/article/view/147>
- Wulandari, D. D., Izzatunnisa, S., Herzhaputra, D. D., & Wuryaningrum, A. (2021). Akumulasi dan Toksisitas Logam

Berat Kadmium (Cd), Kromium (Cr),
dan Nikel (Ni). *Jurnal Kesehatan
Lingkungan*, 11(2), 93-98.
[https://doi.org/10.47718/jkl.v10i2.
1172](https://doi.org/10.47718/jkl.v10i2.1172)