

Kandungan Kromium (Cr) pada Limbah Cair dan Air Sungai serta Keluhan Kesehatan Masyarakat di Sekitar Industri Elektroplating (Studi di Industri Elektroplating X Kelurahan Tegal Besar Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember)

*(The Chromium (Cr) in Liquid Waste and River Water and Public Health Complaints around the Electroplating Industry The Study in the X Electroplating Industry in Tegal Besar, Kaliwates, Jember)*

Rosyeni Berti Mauna, Isa Ma'rufi, Prehatin Trirahayu Nigrum  
Bagian Kesehatan Lingkungan dan Keselamatan Kesehatan Kerja  
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember  
Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Jember 68121  
[e-mail korespondensi: bertirosyeye@gmail.com](mailto:bertirosyeye@gmail.com)

**Abstract**

*X Electroplating Industry in their activities produced liquid waste containing chromium. The liquid waste has not been carried out and directly discharged into river. The liquid waste can pollute the water of Bedadung river arounds the industry that most used by surrounding community. Based on the previous study, it have known that chromium content on the Bedadung River as much as by 0.15 mg/L, the content exceeding environment waste quality standard which was 0,05 mg/L. The aims of this research is to knowing the content of chromium in liquid waste and water rivers and health complaints from people living near electroplating industry. The type of this research is descriptive with a quantitative approach. Sample in this research was liquid waste from industry electroplating at one time of the process of coating metal, water samples from the river around industry electroplating on four locations, and 51 respondents of the people which using the waters. The result of the research showed that the average content of chromium on liquid waste was 3.5 mg/L, the concentration has exceeded the waste quality standard by the government at which was 0.05 mg/L. The chromium in the river water at the A area was 0,157 mg/L, at the B area was 0,162 mg/L, at the C area was 0,188 mg/L, and at the D area was 0,219 mg/L. The chromium level at thoes four the location exceed the environment quality standard which was 0.05 mg / l to the river class III. 56,9 % respondents stated that there were some health complaints.*

**Keywords:** chromium, liquid waste, river, complaints health

**Abstrak**

Industri Elektroplating X dalam kegiatannya menghasilkan limbah cair yang mengandung kromium. Limbah cair tersebut tidak dilakukan pengelolaan dan langsung dibuang ke sungai. Pembuangan limbah ini dapat mencemari air Sungai Bedadung di sekitar industri yang banyak digunakan masyarakat sekitar. Berdasarkan studi pendahuluan diketahui kandungan kromium pada air Sungai Bedadung sebesar 0,15 mg/L, kadar tersebut melebihi baku mutu lingkungan yakni sebesar 0,05 mg/L. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan kromium dalam limbah cair dan air sungai serta keluhan kesehatan masyarakat di sekitar industri elektroplating. Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair industri elektroplating pada satu kali proses pelapisan logam, sampel air Sungai Bedadung sekitar industri elektroplating di empat lokasi, dan 51 responden pengguna air sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan rerata kromium pada limbah cair sebesar 3,5 mg/L, kadar tersebut telah melebihi baku mutu limbah yang ditetapkan yakni sebesar 0,05 mg/L. Pada air sungai kandungan kromium di lokasi A sebesar 0,157 mg/L, lokasi B sebesar 0,162 mg/L, lokasi C sebesar 0,188 mg/L dan lokasi D sebesar 0,219 mg/L. Kadar kromium pada keempat lokasi tersebut melebihi baku mutu lingkungan yakni sebesar 0,05 mg/L untuk sungai kelas III. Responden sebanyak 56,9% menyatakan adanya keluhan kesehatan.

**Kata kunci:** kromium, limbah cair, sungai, keluhan kesehatan

## Pendahuluan

Pada era globalisasi ini sektor industri telah mengalami perkembangan yang begitu pesat, salah satunya adalah industri pelapisan logam dengan metode elektroplating. Elektroplating atau pelapisan logam dengan metode arus listrik adalah suatu proses pengendapan zat atau ion-ion logam pada elektroda katoda (negatif) dengan cara elektrolisis. Terjadinya suatu endapan pada proses ini disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik yang berpindah dari suatu elektroda melalui elektrolit [1].

Industri elektroplating dalam kegiatannya menghasilkan limbah, salah satu jenis limbah yang menjadi perhatian utama adalah limbah cair. Hal ini dikarenakan limbah cair industri tersebut mengandung ion-ion logam berat yang bersifat toksik meskipun dalam konsentrasi rendah dan dapat bersifat bioakumulasi dalam siklus rantai makanan [2].

Industri Elektroplating X merupakan salah satu industri pelapisan logam dengan metode elektroplating yang terdapat di Kelurahan Tegal Besar, Kecamatan Kaliwates, Kabupaten Jember. Industri Elektroplating X dalam kegiatan operasionalnya menghasilkan limbah cair yang banyak mengandung logam kromium dibandingkan logam lainnya. Hal ini dikarenakan salah satu bahan baku yang sering digunakan dalam pelapisan adalah logam kromium. Limbah cair tersebut tidak dilakukan pengelolaan dan langsung dibuang ke sungai di sekitar industri.

Sungai di sekitar Industri Elektroplating X ini adalah Sungai Bedadung. Sungai ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan diketahui bahwa kandungan kromium pada Sungai Bedadung di sekitar industri sebesar 0,15 mg/L. Kadar tersebut telah melebihi baku mutu air sungai yang ditetapkan oleh pemerintah yakni sebesar 0,05 mg/L untuk sungai kelas III.

Kromium (Cr) merupakan jenis logam berat yang esensial bagi tubuh. Kromium dibutuhkan tubuh untuk metabolisme hormon insulin dan pengaturan kadar gula darah. Akan tetapi dapat bersifat toksik dalam jumlah yang sangat tinggi. Selain bersifat toksik kromium juga bersifat karsiogenik atau dapat menyebabkan kanker [3]. Masuknya logam Cr ke dalam strata lingkungan salah satunya adalah akibat adanya sisa kegiatan atau limbah perindustrian [4].

Menurut Peraturan Gubernur No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur, limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri atau kegiatan usaha

lainnya yang dibuang ke lingkungan yang diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan [5]. limbah cair yang dihasilkan oleh industri pada akhirnya akan di buang ke lingkungan yang salah satunya adalah sungai.

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai, menyebutkan bahwa sungai adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sepadan [6]. Sungai merupakan salah satu sumber air bersih jika digunakan sebagai tempat pembuangan limbah industri dapat mengalami pencemaran. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, mendefinisikan pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain kedalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya [7]. Salah satu limbah industri yang dapat berpotensi menjadi pencemar adalah limbah industri elektroplating yang mengandung banyak logam berat kromium. Sungai yang tercemar logam berat kromium jika dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber air bersih untuk mandi, cuci, dan kakus dapat berbahaya bagi kesehatan manusia yang jika terjadi kontak langsung antara kulit dan mata dapat mengakibatkan adanya keluhan kesehatan berupa dermatitis, borok (*uclera*), *oedema* [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan kromium (Cr) dalam limbah cair dan air sungai serta keluhan kesehatan masyarakat di sekitar industri elektroplating.

## Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Rancang bangun penelitian ini adalah studi mengenai kandungan kromium (Cr) dalam limbah cair dan air sungai serta keluhan kesehatan masyarakat disekitar Industri Elektroplating X Kelurahan Tegal Besar Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember.

Populasi dalam penelitian ini adalah keseluruhan limbah cair yang dihasilkan pada tiap tahapan proses dalam satu kali proses pelapsian logam di Industri Elektroplating X, Sungai Bedadung di sekitar Industri Elektroplating X, dan masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar Sungai Bedadung di kawasan Industri Elektroplating X. Sedangkan sampel penelitiannya adalah 5 liter limbah cair yang diambil pada bak penghomogenan, 5 liter sampel air sungai yang diambil pada empat lokasi, serta 51

masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar Sungai Bedadung di kawasan Industri Elektroplating X dan menggunakan air sungai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Pengambilan sampel limbah cair dilakukan sebanyak tiga kali dengan hari yang sama tetapi pada proses pelapisan logam yang berbeda. Sedangkan sampel pada air sungai diambil pada empat lokasi yakni lokasi yang berjarak 100 m sebelum *point source* (A), lokasi *point source* (B), lokasi yang berjarak 100 m setelah *point source* (C), dan lokasi dimanfaatkan oleh masyarakat (D). Pengambilan sampel limbah cair dan air sungai dilakukan dengan metode *grab sample* dan dilakukan uji laboratorium dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui kandungan kromiumnya. Sedangkan untuk mengetahui keluhan kesehatan masyarakat di sekitar industri dilakukan dengan wawancara kepada responden.

### Hasil Penelitian

#### 1. Volume dan Kandungan Kromium pada Limbah Cair

Berdasarkan pengukuran dan pengujian limbah cair yang dihasilkan pada proses pelapisan logam A, B, dan C diketahui rerata volume limbah cair adalah 34 liter per 0,049 m<sup>2</sup> luas permukaan loham dan rerata kromiumnya sebesar 3,5 mg/L. Volume, luas permukaan, dan kandungan kromium pada limbah cair dari ketiga logam terdapat dalam tabel 1

Tabel 1. Volume dan Kandungan Kromium pada Limbah Cair Elektroplating

Tanggal	Logam	Luas Permukaan	Volume Limbah (L)	Kandungan Kromium (mg/L)
12/08/15	A	0,064	38	5,0
12/08/15	B	0,057	35	3,5
12/08/15	C	0,027	30	2,0
Rerata		0,027	34	3,5

#### 3. Kandungan Kromium Pada Air Sungai

Berdasarkan pengujian sampel air sungai didapatkan kandungan rerata kromium pada tiap lokasinya. Kandungan kromium pada air sungai Bedadung pada beberapa lokasi terdapat dalam tabel 2

Tabel 2. Kandungan Kromium pada Air Sungai

Lokasi	A	B	C	D
Kandungan Kromium (mg/L)	0,157	0,162	0,188	0,219

#### 3. Keluhan Kesehatan Masyarakat

Berdasarkan hasil wawancara kepada 51 responden yang memanfaatkan air sungai di sekitar Industri Elektroplating X, sejumlah 29 responden atau sebanyak 56,9% merasakan adanya keluhan. Ada tidaknya keluhan kesehatan terdapat dalam tabel 4

Keluhan Kesehatan	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
Ada	29	56,9
Tidak	22	44,1

Sejumlah 15 responden dari 29 responden atau sebanyak 51,7%, merasakan keluhan kesehatan gatal-gatal setelah menggunakan air sungai. Keluhan kesehatan yang ditimbulkan setelah penggunaan air sungai terdapat dalam tabel 5

Tabel 5. Keluhan Kesehatan yang Ditimbulkan

No	Gejala Kesehatan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
1	Gatal-gatal	15	51,7
2	Iritasi Mata	3	10,3
3	Gatal dan Borok	1	3,4
4	Gatal dan Gelembung air	3	10,3
5	Gatal dan Iritasi mata	3	10,3
6	Gatal, Borok, Gelembung Air	3	10,3
7	Gatal, Borok, Iritasi Mata	1	3,4

### Pembahasan

Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa rerata volume limbah cair yang dihasilkan dalam satu kali proses pelapisan logam adalah 34 liter per 0,049 m<sup>2</sup> luas logam yang dilapisi dengan rerata kandungan kromium sebesar 3,5 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, menyebutkan bahwa baku mutu untuk kromium pada

limbah industri elektroplating sebesar 0,5 mg/L dan volume maksimal limbah cair sebesar 20 liter/m<sup>2</sup> [5]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume dan kandungan kromium pada limbah cair melebihi baku mutu limbah cair yang ditetapkan oleh pemerintahan. Volume limbah cair yang melebihi baku mutu ini dikarenakan cara pencucian dan pembilasannya tidak dilakukan dengan mencelupkan bahan pada air akan tetapi dengan menyiram bahan dengan air. Air sisa pencucian dan pembilasan tidak dipergunakan kembali sehingga volume yang dihasilkan semakin banyak. Sedangkan kandungan kromium yang melebihi baku mutu lingkungan dikarenakan tidak adanya pengelolaan limbah cair yang dihasilkan dan langsung dibuang ke sungai. Kandungan kromium yang tinggi pada limbah dihasilkan oleh sisa tetesan larutan elektrolit yang mengandung kromium yang tinggi yakni sebesar 250 gr/liter pada proses pelapisan kromium.

Hasil pengujian laboratorium menunjukkan rerata kandungan kromium dari keempat lokasi tersebut diantaranya adalah untuk lokasi A sebesar 0,157 mg/L, pada lokasi B sebesar 0,162 mg/L, lokasi C sebesar 0,188 mg/L dan lokasi D sebesar 0,219 mg/L. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemar menyebutkan bahwa baku mutu lingkungan untuk kromium pada sungai kelas III sebesar 0,05 mg/L [7]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan kromium pada keempat lokasi melebihi baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah. Hal tersebut disebabkan pada lokasi A yang merupakan lokasi sebelum pembuangan limbah cair industri elektroplating, mengandung logam kromium yang telah melebihi baku mutu karena beberapa faktor yang diantaranya adalah adanya kegiatan industri. Pada jarak sekitar 800 meter sebelum lokasi A terdapat industri yang bergerak dalam bidang kesehatan yakni rumah sakit. Menurut keterangan masyarakat sekitar, limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit tersebut sering di buang di Sungai Bedadung di sekitar Industri Elektroplating X. Sebab tersebut didukung oleh penelitian sebelumnya menyatakan bahwa kandungan kromium pada limbah cair rumah sakit di daerah Yogyakarta sebesar 0,038-0,147 mg/L, sedangkan limbah padatnya sebesar 718,185-2403,542 mg/L [8]. Faktor lainnya dikarenakan adanya pembuangan limbah domestik oleh industri perhotelan dan masyarakat sekitar sungai. Sebab tersebut didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa bahwa limbah cair dalam kegiatan domestik memiliki pengaruh peningkatan kandungan kromium VI pada air Sungai Pangkajene [9]. Selain itu tingginya kromium pada air sungai di lokasi A karena pengambilan sampel dilakukan pada musim penghujan sehingga

dimungkinkan kromium di atmosfer yang berasal dari sisa pembakaran bahan bakar terbawa turun oleh air hujan. Sedangkan pada lokasi B kandungan kromium lebih tinggi dibanding lokasi A. Hal tersebut dikarenakan selain karena kandungan kromium yang sudah tinggi pada lokasi A juga diakibatkan masuknya polutan yang mengandung kromium tinggi bersumber dari Industri Elektroplating X. Pada lokasi C kandungan kromium lebih tinggi dibandingkan kedua lokasi yakni lokasi A dan B. Tingginya kandungan kromium pada lokasi C dikarenakan pengambilan sampel dilakukan pada musim penghujan sehingga volume air meningkat dan mengakibatkan arus air dan turbulensi semakin besar sehingga limbah cair yang dihasilkan oleh Industri Elektroplating X tersebar hingga lokasi C. Sebab tersebut didukung oleh teori yang menyebutkan bahwa setelah memasuki perairan sifat bahan pencemar ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah tersebar nya zat pencemar oleh adukan turbulensi dan arus air [10]. Sedangkan pada lokasi D memiliki kandungan kromium tertinggi dibandingkan dengan ketiga lokasi lainnya. Tingginya kromium di lokasi tersebut dikarenakan lokasi D merupakan lokasi paling dangkal dibandingkan dengan lokasi lainnya sehingga pengambilan sampel yang dilakukan lebih dekat dengan dasar perairan. Kandungan kromium pada air sungai yang dekat dengan dasar perairan lebih tinggi dikarenakan kromium yang terakumulasi dalam sedimentasi terangkat ke perairan sungai oleh aliran arus sungai dan turbulensi air. Sebab tersebut didukung oleh penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa logam berat yang dilimpahkan ke perairan, baik di sungai ataupun laut akan dipindahkan dari badan airnya melalui beberapa proses yang salah satunya adalah pengendapan [11]. Selain faktor tersebut tingginya kromium di lokasi D dikarenakan lokasi tersebut merupakan sungai pertemuan antara Sungai Bedadung dan Jompo, sehingga dimungkinkan kandungan kromium pada lokasi D dipengaruhi oleh kandungan kromium pada Sungai Jompo.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap 51 responden didapatkan bahwa sebanyak 29 responden mengeluh adanya keluhan kesehatan berupa gatal-gatal, iritasi mata, borok dan adanya gelembung air pada kulit setelah menggunakan air Sungai Bedadung di sekitar Industri Elektroplating X yang mengandung logam kromium sebesar 0,219 mg/L untuk mandi, cuci, dan kakus. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air menyatakan bahwa air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan termasuk didalamnya mempersyaratkan batas maksimal

kandungan kromium sebesar 0,05 mg/L [12]. Berdasarkan hal tersebut maka air sungai sebagai sumber air bersih seharusnya tidak mengganggu kesehatan penggunaannya, akan tetapi terdapat keluhan kesehatan yang dirasakan masyarakat setelah menggunakan air Sungai Bedadung di sekitara Industri Elektroplating X sebagai sumber air bersih. Selain itu kandungan kromium pada air Sungai Bedadung tersebut telah melebihi batas maksimal yang dipersyaratkan oleh kementerian kesehatan untuk air bersih. Hal ini dikarenakan Sungai Bedadung di sekitar Industri Elektroplating X ini merupakan sungai pembuangan limbah cair Industri Elektroplating X, limbah rumah sakit dan limbah domestik yang mengandung kromium. Sehingga mengakibatkan kandungan kromium pada air sungai tinggi. Adanya kontak kulit dan mata pada masyarakat pengguna dengan air sungai yang tercemar oleh berbagai bahan polutan yang salah satunya adalah kromium dapat mengakibatkan adanya keluhan kesehatan. Sebab tersebut didukung oleh teori yang menyebutkan bahwa paparan kromium pada kulit bisa menyebabkan kemerahan dan pembengkakan pada kulit, serta menimbulkan borok (uclera) dan gelembung air (oedema) [3].

### Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa proses pelapisan logam pada Industri Elektroplating X di Kelurahan Tegal Besar terdiri dari beberapa tahapan diantaranya adalah proses pendahuluan (membersihkan lapisan cat pada bahan, menghilangkan lapisan karat pada bahan, memperhalus dan memperata permukaan bahan, membersihkan dan mengilangkan lapisan minyak dan lemak pada permukaan bahan), proses pelapisan logam (tembaga, nikel, dan kromium), dan proses akhir.

Volume rerata limbah cair yang dihasilkan oleh Industri Elektroplating X di Kelurahan Tegal Besar adalah 34 liter per 0,049 m<sup>2</sup> luas permukaan logam yang dilapisi, dengan kandungan kromium rerata sebesar 3,5 mg/L. Volume limbah cair dan kandungan kromium tersebut telah melebihi baku mutu limbah yang ditetapkan pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Kandungan kromium pada air Sungai Bedadung di sekitar Industri Elektroplating X di Kelurahan Tegal Besar pada keempat lokasi pengambilan yakni lokasi sebelum point source (A) sebesar 0,157 mg/L, lokasi point source (B) sebesar 0,162 mg/L, lokasi setelah point source (C) sebesar 0,188 mg/L, dan lokasi dimanfaatkan masyarakat (D) sebesar 0,219 mg/L. Kandungan kromium pada

keempat lokasi tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemar.

Sebanyak 56,9% responden menyatakan adanya keluhan kesehatan berupa gatal-gatal, iritasi mata, borok, dan gelembung air pada kulit. Merupakan simpulan dari hasil dan pembahasan disertai dengan saran yang diajukan penulis untuk pengembangan berikutnya.

Berdasarkan kesimpulan diatas saran yang dapat diberikan yaitu bagi industri elektroplating perlu adanya pengelolaan limbah sebelum dilakukan pembuangan ke lingkungan, bagi kantor lingkungan hidup perlunya instrumen pengawasan terhadap pengelolaan limbah industri dan perlunya monitoring pada badan air, bagi masyarakat di sekitar industri perlu meningkatkan perilaku hidup bersih dan sehat, dan bagi penelitian selanjutnya perlunya penelitian logam berat lainnya pada limbah cair industri elektroplating yang dapat mencemari sungai, penelitian lanjutan terkait faktor lain yang berpengaruh terhadap kandungan kromium di sungai dan penelitian tentang bioindikator pencemaran pada sungai disekitar Industri Elektroplating X.

### Daftar Pustaka

- [1] Saleh AA. Elektroplating: Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik. Bandung: Yrama Widya; 2014.
- [2] Sharma YC, Weng CH. Removal of Chromium (VI) from Aqueous Solution by Activated Carbons: Kinetic and Equilibrium Studies. *Journal of Hazardous Materials*. 2007; 14 (2): 449–454.
- [3] Widowati W, Sastiono A, Jusuf RR. Efek Toksik Logam. Yogyakarta: Penerbit Andi; 2008.
- [4] Palar H. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta; 1994.
- [5] Surabaya. Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013: Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya: Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Timur; 2013.
- [6] Jakarta. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 38 Tahun 2011: Sungai: Pemerintah Republik Indonesia; 2011.
- [7] Jakarta. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001: Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran: Pemerintah Republik Indonesia; 2001.
- [8] Murniasih S, Sukirno. Kajian Kandungan Logam B3 Dalam Limbah Rumah Sakit Dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah. Prosidik Pertemuan dan Presentasi Ilmiah:

- Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (BATAN); 2012.
- [9] Bugis H. Studi Kandungan Logam Berat Kromium VI (Cr VI) Pada Air dan Sedimen Disungai Pangkajene Kabupaten Pangkep. Skripsi. Makassar: Kesehatan Lingkungan Universitas Hasanuddin; 2013.
- [10] Romimohtarto. Pengantar Pemantauan Pencemaran laut dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan teknik Pemantauannya. Jakarta: LIPI; 1991.
- [11] Defew LH, James MM, Hector MG. An Assessment of Metal Contamination in Mangrove Sediments and Leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama. *Marine Pollution Bulletin*. 2004; 50: 547-552.
- [12] Jakarta. Peraturan Menteri Kesehatan No 416 Tahun 1990: Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia; 1990.