

## **Pajanan kromium dan kerusakan ginjal pada pekerja pelapisan logam**

*Chromium exposure and kidney damage risk among electroplating workers*

Fahrul Islam<sup>1</sup> & Budi Hartono<sup>2</sup>

### **Abstract**

**Purpose:** This study aimed to analyze the relationship between chromium and albumin levels among electroplating workers as biomarkers of renal dysfunction. **Methods:** The research was conducted on 33 workers exposed and 33 unexposed workers with a cross-sectional study. Urine samples were taken to assess levels of chromium and albumin. Chromium levels in urine were analyzed using Atomic Absorption Spectrometry (AAS) with burning techniques (flame, FAAS) and levels of albumin in urine were analyzed by immunoturbidimetric assay method **Results:** The average urinary chromium levels in exposed workers were higher than the unexposed groups. Median albumin levels of exposed workers were higher than in unexposed groups of workers. For any increase in the chromium content of 1 g/L, there was an increase of 3.82 mg albumin/g creatinine after controlling for the variables: history of diabetes, history of hypertension, smoking habits, length of employment, and consumption of alcohol. **Conclusion:** There was no association of chromium exposure with impaired renal function.

**Keywords:** albumin; kidney damage; chromium; electroplating

---

**Dikirim:** 14 Juli 2016  
**Diterbitkan:** 1 Agustus 2016

---

<sup>1</sup>Departemen Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kementerian Kesehatan Mamuju (Email: fahrulhasanuddin@gmail.com)

<sup>2</sup>Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

## PENDAHULUAN

Persediaan kromium di dunia lebih dari 12 miliar ton, cukup untuk memenuhi kebutuhan kromium selama berabad-abad. Sekitar 95% dari sumber kromium di dunia berada di Kazakhstan dan Afrika Selatan (1). Pencemaran lingkungan akibat kromium menjadi perhatian signifikan karena emisi industri terus menerus dan lokasi yang terkontaminasi berat di sekitar daerah permukiman. Kontaminasi kromium di udara disebabkan oleh pembakaran batu bara, produksi baja, manufaktur kimia, pelapisan krom, insinerator, dan emisi dari mobil. Limbah mengandung kromium dari elektroplating, penyamakan kulit, dan industri tekstil menyebabkan pencemaran air (2).

Beberapa studi menunjukkan pajanan kromium dosis rendah dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan tubulus ginjal (3). Jumlah penderita penyakit ginjal di Indonesia yang tercatat melakukan cuci darah atau hemodialisis pada tahun 2011 sebanyak 6.951 dan pada tahun 2012 mengalami peningkatan dan menjadi 9.161 orang (4). Prevalensi *End Stage Renal Disease* (ESRD) di Sulawesi Selatan sebesar 0,3 persen (5). Pemeriksaan urin merupakan sarana umum yang digunakan di klinik dan pada model *in vivo* hewan untuk mengevaluasi fungsi ginjal. Proteinuria merupakan indikator penting dari cedera ginjal. Protein dengan berat molekul yang tinggi disaring dan ditemukan dalam urin seseorang dengan ginjal yang rusak diantaranya adalah albumin (6).

Industri pelapisan logam lembaran seng PT. "X" Makassar merupakan sektor industri yang memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat terutama dalam bidang penyediaan atap seng sebagai atap rumah, namun di sisi lain proses industri pelapisan logam lembaran seng ini menggunakan kromium dalam jumlah cukup besar. Hal ini terlihat dari kadar limbah kromium yang mencapai tiga kali di atas batas aman yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup dan sebagian kromium yang digunakan mencemari lingkungan baik itu air maupun udara, oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan. Pencemaran kromium yang disebabkan oleh pembuangan air limbah industri pelapisan logam PT "X" Makassar terlihat dari kadar air limbah yang dihasilkan setelah melalui proses pengolahan limbah yaitu sebesar 1,55 mg/l (7). Selain itu kromium yang digunakan selama proses pelapisan logam juga dapat mencemari udara di lingkungan kerja dalam bentuk *mist* atau kabut yang berasal dari gelembung udara

pada reaksi anoda dan katoda yang terjadi di dalam kolam pelapisan. Pajanan kromium telah diketahui memiliki sifat toksik dan karsinogenik. Salah satu dampak negatif kromium adalah menyebabkan gangguan fungsi ginjal. Penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan kadar kromium dalam urin dengan kesehatan pekerja pelapis logam.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dengan desain potong lintang (*cross-sectional*). Penelitian ini dilaksanakan di Kota Makassar pada bulan Maret-April Tahun 2016. Populasi Penelitian adalah seluruh pekerja di Kota Makassar. Sampel penelitian ini dibagi menjadi 2 (dua) kelompok dan dipilih berdasarkan kriteria setelah melalui tahap inklusi dan eksklusi dengan metode *simple random sampling* dengan besar sampel per kelompok adalah 33 pekerja. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan pengambilan sampel urin sewaktu. Pemeriksaan kadar kromium dalam urin menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) dengan teknik pembakaran (*flame, FAAS*) dan kadar albumin dalam urin diukur dengan metode *immunoturbidimetric assay*. Analisis data menggunakan uji T, uji korelasi spearman dan regresi linier ganda.

## HASIL

Karakteristik individu pada penelitian ini meliputi jenis kelamin, umur, lama kerja, pendidikan, kebiasaan merokok, kebiasaan minum alkohol, kebiasaan olahraga, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Gambaran distribusi frekuensi karakteristik individu ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Individu

Variabel	Terpapaj		Tidak terpapaj	
	n	%	n	%
<b>Umur (tahun)</b>				
< 25	2	6	3	9
25-50	29	88	27	82
>50	2	6	3	9
<b>Pendidikan</b>				
Dasar	3	9	-	-
Menengah	29	88	1	3
Perguruan Tinggi	1	3	32	97
<b>Berolahraga</b>				
Ya	14	42	25	76
Tidak	19	58	8	24
<b>Menggunakan APD</b>				
Ya	16	48	-	-
Tidak	17	52	-	-

Tabel 2. Perbandingan Rata-rata Umur, Lama Kerja, Jumlah Rokok yang Dihisap Perhari, Kadar Kromium dalam Urin dan Kadar Albumin dalam urin pada Kelompok Pekerja Terpajan dan Tidak Terpajan di Makassar.

Variabel	Kelompok							
	Terpajan (n=33)				Tidak Terpajan (n=33)			
	Mean ± SD	Median	Min-Max	95% CI	Mean ± SD	Median	Min-Max	95% CI
Umur (Tahun)	38 ± 8	38	24-52	35-40	35 ± 9	50	21-57	32-38
Lama Kerja (bulan)***	146 ± 118	114	30-456	105-188	67 ± 108	24	1-423	29-106
Merokok (batang)	19 ± 10	16	1-40	14-22	12 ± 6	18	5-22	8-16
Kadar Kromium dalam urin (µg/L) ***	27,4 ± 4	5	5-192	0,01-0,04	22,4 ± 2	5	5-91	0,01-0,03
Albumin dalam urin (mg/g kreatinin) ***	5,2 ± 7,2	2,5	1,5-28	2,67-7,81	7,8 ± 21,1	1,5	1,5-120	0,31-15,29

Sumber: Data Primer, 2016

nilai TT yang digunakan dalam perhitungan kromium adalah ½ LOD = 5 µg/L

nilai TT yang digunakan dalam perhitungan albumin adalah ½ LOD = 1,5 mg/g kreatinin

\*\*\* distribusi tidak normal

Pekerja terpajan memiliki rata-rata kadar kromium urin di atas nilai biological exposure index (BEI) (>25 µg/L). Dilihat dari median kadar albumin dalam urin pekerja terpajan dan tidak terpajan memiliki nilai yang sama. Perhitungan rata-rata kadar albumin dalam urin dihitung dengan memasukkan nilai TT menjadi setengah nilai LOD, yaitu 1,5 mg/g kreatinin. Nilai tengah (median) kadar albumin dalam urin pada kelompok pekerja terpajan dan kelompok pekerja tidak terpajan masing-masing 2,5 mg/g kreatinin dan 1,5 mg/g kreatinin.

Rata-rata kadar albumin urin pada responden yang memiliki riwayat diabetes lebih besar dibanding yang tidak memiliki riwayat diabetes sebesar 42,8 mg/g kreatinin dan 4,3 mg/g kreatinin. Pada kelompok terpajan semua responden tidak memiliki riwayat diabetes. Rata-rata kadar albumin pada responden dengan riwayat hipertensi lebih besar daripada yang tidak memiliki riwayat hipertensi pada kedua kelompok dan kelompok tidak terpajan yang memiliki riwayat hipertensi memiliki kadar albumin dalam urin lebih tinggi daripada kelompok terpajan (Tabel 3).

Tabel 3. Perbedaan Rata-rata Kadar Albumin dalam Urin (mg/g kreatinin) berdasarkan Faktor Resiko pada Pekerja Terpajan dan Tidak Terpajan di Makassar.

Variabel	Kadar Albumin dalam Urin (mg/g kreatinin)							
	Terpajan				Tidak Terpajan			
	n	Rata-rata	p	95% CI	n	Rata-rata	p	95% CI
Diabetes*			-				0,14	
Ya	0	-			3	42,8		-123,3 -208,9
Tidak	33	-			30	4,3		1,80-6,79
Hipertensi			0,49				0,13	
Ya	3	10,5		-27,15 -48,15	5	13,2		-3,9-30,3
Tidak	30	4,7		2,38-7,05	28	6,8		-1,79-15,46
Kebiasaan Merokok			0,49				0,6	
Ya	24	5,6		2,09-9,08	10	16,9		-9,58-43,38
Tidak	9	4,3		1,63-7,04	23	3,8		1,28-6,41
Konsumsi Alkohol			0,31				0,38	
Ya	23	3,7		1,71-5,73	6	22,9		-27,1-72,9
Tidak	10	8,7		1,09-16,41	27	4,4		1,67-7,22
Lama Kerja			0,35				0,12	
≤10 Tahun	20	5,4		2,12-8,72	27	3,7		1,51-5,94
>10 Tahun	13	5		0,7-9,23	6	26,17		-23,06-75,4
Kromium dalam urin			0,53				0,77	
≤25 µg/L	23	5,7		2,26-8,87	22	5,09		1,7-8,4
>25 µg/L	10	4,5		-0,20-9,2	11	13,23		-10,59-37,05

Sumber: Data Primer, 2016

\*hanya pada kelompok tidak terpajan

Rata-rata kadar albumin pada kedua kelompok yang memiliki kebiasaan merokok lebih tinggi daripada yang tidak merokok dan kelompok tidak terpajan yang memiliki kebiasaan merokok, memiliki rata-rata

kadar albumin lebih tinggi daripada kelompok terpajan. Berdasarkan kebiasaan mengonsumsi alkohol, rata-rata kadar albumin pada kelompok terpajan yang tidak mengonsumsi alkohol lebih tinggi daripada

yang mengkonsumsi alkohol. pada kelompok tidak terpajan rata-rata kadar albumin pada yang mengkonsumsi alkohol lebih tinggi daripada yang tidak mengkonsumsi alkohol dan kelompok tidak terpajan yang mengkonsumsi alkohol memiliki kadar albumin lebih tinggi daripada kelompok terpajan yang mengkonsumsi alkohol (Tabel 3).

Berdasarkan lama kerja pada kelompok terpajan, rata-rata kadar albumin yang bekerja di bawah 10 tahun dibandingkan yang bekerja di atas 10 tahun ( $p > 0,05$ ). Berdasarkan kadar kromium dalam urin, rata-rata kadar albumin pada kelompok terpajan lebih tinggi dibandingkan dengan yang memiliki kadar kromium dalam urin  $>25 \mu\text{g/L}$  ( $p > 0,05$ ). Sedangkan pada kelompok tidak terpajan yang memiliki kadar kromium dalam urin  $>25 \mu\text{g/L}$  rata-rata kadar albumin lebih

tinggi dibandingkan dengan yang memiliki kadar kromium dalam urin  $\leq 25 \mu\text{g/L}$  (Tabel 3). Ada korelasi negatif antara kadar kromium dalam urin dengan kadar albumin dalam urin baik pada kelompok terpajan maupun pada kelompok yang tidak terpajan namun tidak memiliki angka yang bermakna. lama kerja pada kelompok terpajan, juga menunjukkan korelasi negatif antara lama kerja dengan kadar albumin dalam urin, namun tidak menunjukkan angka yang bermakna, sedangkan kebiasaan merokok kelompok terpajan terdapat korelasi positif namun tidak bermakna antara kebiasaan merokok dengan kadar albumin dalam urin. Disisi lain, kelompok tidak terpajan terdapat korelasi positif dengan angka yang bermakna antara kebiasaan merokok dengan kadar albumin dalam urin (Tabel 4).

Tabel 4. Korelasi antara Kromium Urin, Kebiasaan Merokok, dan Lama Kerja dengan Kadar Albumin dalam Urin pada Pekerja Terpajan dan Tidak Terpajan di Makassar

Variabel	Albumin dalam Urin					
	Terpajan			Tidak Terpajan		
	n	r	p	n	R	p
Kromium urin ( $\mu\text{g/L}$ )	33	-0,02	0,91	33	-0,02	0,91
Lama kerja (bulan)*	33	-0,16	0,38	-	-	-
Kebiasaan Merokok (batang/hari)	23	0,04	0,86	10	0,7	0,02

Sumber: Data Primer, 2016

Uji Korelasi spearman

\*hanya pada kelompok terpajan

Hasil uji regresi liner ganda hubungan antara kadar kromium dalam urin dengan kadar albumin dalam urin pada pekerja setelah di kontrol dengan faktor-faktor lain: riwayat diabetes, riwayat hipertensi, kebiasaan merokok, lama kerja dan konsumsi alkohol pada pemodelan akhir menunjukkan. Setiap kenaikan kadar kromium  $1 \mu\text{g/L}$  terjadi kenaikan kadar albumin sebesar  $3,82 \text{ mg/g}$  kreatinin setelah di kontrol variabel riwayat diabetes, riwayat hipertensi, kebiasaan merokok, lama kerja, dan konsumsi alkohol. Dengan

nilai  $R^2 = 0,32$  artinya variabel kadar kromium dalam urin, riwayat diabetes, riwayat hipetensi, kebiasaan merokok, lama kerja, konsumsi alkohol dapat menjelaskan 32% variasi kadar albumin dalam urin (Tabel 5). Persamaan garis yang dihasilkan dari model adalah: Kadar albumin dalam urin =  $0,23 + 3,82(\text{kadar kromium dalam urin}) + 36,31(\text{riwayat diabetes}) + 4,89(\text{riwayat hipertensi}) + 2,69(\text{kebiasaan merokok}) + 6,91(\text{lama kerja}) + 1,31(\text{konsumsi alkohol})$ .

Tabel 5. Model Akhir Analisis Multivariat

Variabel	Kadar Albumin dalam Urin			
	Koefisien adjudted	95%CI	p	R <sup>2</sup>
Kadar kromium dalam urin	3,82	-94,6-102,24	0,94	0,32
Riwayat diabetes	36,31	19,94-52,7	0,000	
Riwayat hipertensi	4,89	-6,16-15,94	0,38	
Kebiasaan merokok	2,69	-5,51-10,9	0,51	
Lama kerja	6,91	-0,61-14,43	0,07	
Konsumsi alcohol	1,31	-7,22-9,84	0,76	
Konstanta	0,23	-5,58-6,05		

Sumber: Data Primer, 2016

## BAHASAN

Kadar kromium yang terkandung pada urin kelompok terpajan pada penelitian ini memiliki beberapa nilai yang tidak terdeteksi ( $<10 \mu\text{g/L}$ ). Rendahnya kadar kromium urin pada beberapa pekerja dapat terjadi oleh beberapa hal seperti pajanan udara lingkungan kerja yang rendah. Pada penelitian ini, peneliti tidak melakukan pengukuran kadar kromium di udara. Hal tersebut juga bisa disebabkan karena pada saat pengambilan sampel urin, pekerja telah kencing sebelum pengambilan urin dilakukan, sehingga kadar kromium dalam urin sebagian besar terbuang pada saat kencing pertama kali.

Kadar kromium pada pekerja kelompok terpajan dengan masa kerja kurang dari atau sama dengan 10 tahun memiliki nilai yang lebih besar dibanding pekerja yang bekerja di atas 10 tahun. Penyebab rata-rata kadar kromium pada pekerja terpajan yang bekerja di bawah 10 tahun lebih tinggi dibandingkan rata-rata kadar kromium pada pekerja terpajan yang bekerja di atas 10 tahun adalah jenis pekerjaan yang berbeda. Pekerja yang bekerja di atas 10 tahun sebagian besar di tempatkan pada bagian yang tidak terpajan langsung dengan kromium.

Kadar kromium (Cr) yang melebihi kadar normal dalam urin menunjukkan orang tersebut telah terpajan kromium, namun tingkat atau jumlah kandungan Cr dalam urin tidak dapat dijadikan sebagai indikator biologis untuk tingkatan keterpaparan oleh kromium maupun jumlah kromium yang masuk ke seluruh tubuh (3). Ginjal mengekskresikan sekitar 60% dari dosis Cr (VI) yang diserap dalam bentuk Cr (III) setelah menelan selama 8 jam (11).

ACGIH menetapkan *biological exposure indices* (BEI) untuk kadar kromium total pada urin sebesar  $25 \mu\text{g/L}$  untuk indikator pajanan pada akhir shift kerja. Kadar kromium urin di atas nilai BEI dianggap memiliki risiko terhadap kesehatan dan menunjukkan adanya paparan kromium yang besar selama bekerja (3). Penelitian ini menunjukkan 30% pekerja kelompok terpajan yang memiliki kadar kromium urin di atas nilai BEI. Beberapa pekerja di Pelapisan Logam PT "X" terpajan oleh kromium dalam jumlah yang tinggi. Peneliti berasumsi bahwa tingginya kadar kromium dalam urin dapat disebabkan oleh faktor lama bekerja, dan perilaku penggunaan alat pelindung diri (masker) selama bekerja.

Pekerja yang terpajan dalam jangka waktu lama atau kronis memiliki tingkat risiko akumulasi pajanan lebih besar di dalam tubuh dan risiko untuk mendapatkan penyakit (3). Sebuah penelitian menyimpulkan

bahwa pajanan kronis menyebabkan gangguan ginjal komprehensif (9). Penelitian lain menunjukkan hubungan signifikan lama kerja dengan akumulasi kromium di dalam tubuh (12). Semakin lama seseorang bekerja dalam lingkungan yang terpajan kromium, semakin besar risiko pekerja untuk mendapatkan akumulasi pajanan lebih besar. Pajanan kronik terhadap kromium di lingkungan kerja dapat meningkatkan risiko terserang penyakit. Pajanan kromium jangka panjang meningkatkan kadar radikal bebas di dalam tubuh yang menimbulkan penyakit degeneratif (12).

Pada kelompok terpajan tidak terdapat pekerja yang memiliki kadar albumin melebihi ambang batas ( $30 \text{ mg/g}$  kreatinin). Mayoritas, pekerja yang terpajan langsung kromium masih bekerja di bawah 10 tahun, sementara yang bekerja di atas 10 tahun di pekerjakan di bagian pembuatan gelombang yang merupakan tahap akhir dari proses produksi di PT. "X". Pada penelitian ini, median kadar albumin dalam urin pekerja terpajan lebih tinggi dari pekerja tidak terpajan. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menemukan rata-rata kadar albumin pekerja terpajan lebih tinggi dari pekerja tidak terpajan (9).

Lingkungan kerja pelapisan logam pada berbagai studi memiliki pajanan kromium yang cukup tinggi. Kadar kromium dalam urin pada berbagai studi menunjukkan adanya korelasi positif dengan penyakit ginjal. Kadar kromium dalam darah dan urin yang tinggi menunjukkan peningkatan signifikan kadar albumin dalam urin. Pajanan kromium ke dalam tubuh dapat menginisiasi radikal bebas melalui proses oksidasi dan reduksi dari kromium. Kromium dapat membentuk radikal superoksida, radikal hidroksil, dan spesies oksigen reaktif lain (13).

Pajanan *nephrotoxicant* seperti kromium dapat menghasilkan berbagai respon yang berbeda terhadap ginjal. Hal ini ditentukan oleh dosis pajanan, durasi pajanan dan faktor lain yang dapat mengubah kerentanan terhadap kerusakan ginjal. Kromium yang tertimbun di ginjal kemudian kromium mengalami reaksi oksidasi-reduksi, pada proses tersebut terjadi pelepasan elektron. Elektron yang terlepas bersifat reaktif atau *Reactive Oxygen Species* (ROS). Peningkatan ROS di dalam tubuh menyebabkan *oxidative stress* sehingga mengakibatkan kerusakan sel glomerulus ginjal (6). Pajanan dosis rendah kromium biasanya menyebabkan gangguan ginjal sementara (11).

Terdapat perbedaan rata-rata kadar albumin pada pekerja pada kelompok terpajan dan tidak terpajan, namun tidak menunjukkan angka yang bermakna. Berdasarkan uji korelasi terlihat korelasi negatif antara kadar kromium dalam urin dengan kadar albumin

dalam urin baik pada kelompok terpajan dan kelompok tidak terpajan. Hal ini disebabkan oleh jenis pekerjaan kelompok terpajan yang tidak dipisahkan antara pekerja yang terpajan langsung dan yang terpajan tidak langsung. Setelah di pisahkan berdasarkan kelompok terpajan, terlihat korelasi positif antara kadar kromium dalam urin dengan kadar albumin dalam urin. Sebuah penelitian menyebutkan ada hubungan antara kadar kromium dalam urin dengan kerusakan tubulus ginjal (10). Penelitian ini membuktikan semakin tinggi kadar kromium dalam urin maka semakin tinggi kadar albumin dalam urin, bahkan setelah mengontrol variabel perancu. Sebuah penelitian menemukan hubungan kadar kromium urin dengan gangguan fungsi ginjal pada pekerja pelapisan logam (14). Insiden tertinggi akibat pajanan kromium ditemukan pada industri pelapisan kromium, pembuatan pigmen mineral, galangan kapal, industri tekstil, dan pekerja bangunan yang menggunakan semen (2).

## SIMPULAN

Tidak terdapat hubungan pajanan kromium dengan gangguan fungsi ginjal. Pemerintah perlu melakukan pengukuran emisi kromium berkala sebagai pengendalian kesehatan lingkungan di industri yang berisiko tinggi terhadap pajanan zat kimia berbahaya. Penggunaan masker sebaiknya yang memenuhi standar kesehatan sebagai upaya pengendalian kesehatan dan keselamatan kerja di lingkungan industri. Pekerja disarankan untuk menjaga perilaku hidup bersih dan sehat dengan tidak merokok dan mengkonsumsi alkohol.

### Abstrak

**Tujuan:** Penelitian bertujuan menganalisis hubungan kadar kromium dalam urin dengan kadar albumin urin sebagai biomarker kerusakan ginjal.

**Metode:** Penelitian ini dilakukan pada 33 pekerja terpajan dan 33 pekerja tidak terpajan dengan desain *cross sectional*. Sampel urin diambil untuk menilai kadar kromium dan kadar albumin. Kadar kromium dalam urin diukur menggunakan metode metode *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) dengan teknik pembakaran (*flame*, FAAS) dan kadar albumin dalam urin di ukur dengan cara *immunoturbidimetric assay*. **Hasil:** Rata-rata kadar kromium dalam urin pada pekerja terpajan lebih tinggi daripada kelompok tidak terpajan. Median kadar albumin pekerja terpajan lebih tinggi daripada kelompok pekerja tidak. Setiap kenaikan kadar kromium 1 µg/L terjadi kenaikan kadar albumin

sebesar 3,82 mg/g kreatinin setelah dikontrol variabel riwayat diabetes, riwayat hipertensi, kebiasaan merokok, lama kerja, dan konsumsi alkohol. **Simpulan:** Tidak ada hubungan pajanan kromium dengan gangguan fungsi ginjal.

**Kata kunci:** albumin; kerusakan ginjal; kromium; pelapisan logam

## PUSTAKA

1. Brininstool, M. The Mineral industry of KazaKhsTan. U.S. Geological Survey Mineral Yearbook. 2012.
2. Zhitkovich, A. Chromium: Exposure, Toxicity, and Biomonitoring Approaches. Dalam S. H. Wilson, & W. A. Suk, Biomarkers of Environmentally Associated Disease: Technology, Concepts, and Perspectives. Florida: Lewis Publishers; 2002.
3. ATSDR. Toxicological Profile for Chromium. Diambil kembali dari Toxicological Profile for Chromium. 2012
4. Indonesian Renal Registry. 5Th Report Of Indonesian Renal Registry. Indonesian Renal Registry; 2012.
5. Kementerian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar. Kementerian Kesehatan RI; 2013.
6. Lash, L. H. Nephrotoxicity: Toxic Responses of The Kidney. Dalam S. M. Roberts, R. C. James, & P. L. Williams, Principles of Toxicology: Environmental and Industrial Applications Third Edition. New Jersey: Wiley; 2015
7. Yaziz, D. Studi Kualitas Air Limbah PT.Sermani Steel pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Makassar Tahun 2009 [Skripsi]. Makassar: Universitas Hasanuddin; 2009.
8. Australian Institute of Health and Welfare. (2005). Chronic kidney disease in Australia .
9. Wang, T., Jia, G., Zhang, J., Ma, Y., Feng, W., Liu, L. Zhen., S. Renal Impairment Caused by Chronic Occupational Chromate Exposure. *Int Arch Occup Environ Health*. 2011; 84(4): 393-401.
10. Amani, A.-H., & Aly, H.-A. Assessment of the effect of Cadmium and Chromium exposure on renal tubular function among welders at the shipyard of Ara. *World Congress on Safety and Health at Work*; 2014.
11. ATSDR. Case Studies in Environmental Medicine (CSEM); Chromium Toxicity. USA: U.S. Department of Health and Human Services; 2008.
12. Ambreen. Genotoxicity and Oxidative Stress in Chromium-Exposed Tannery Workers in North India. *Toxicology and Industrial Health*. 2012; 30 (5): 405-414.
13. Khan, D. A., Mushtaq, S., Khan, F. A., & Khan, M. Q. Toxic effects of chromium on tannery workers at Sialkot (Pakistan). *Toxicology and Industrial Health*. 2012; 29(2), 209-2015.
14. Sudarsana, E., Setiani, O., & Suhartono. Hubungan Riwayat Pajanan Kromium dengan Gangguan Fungsi Ginjal pada Pekerja Pelapisan Logam di Kabupaten Tegal. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2013; 12 (1): 34-41.