

Analysis Of Ion Levels Cr(VI) In Groundwater Around The Textile Industry In Mojolaban With A Uv-Vis Spectrophotometer

Author :

Candra Kristiyani¹,
Indah Tri Susilowati²,

First Author E-
mail:indahtrisusilowati@gmail.com, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, Program Diploma III Teknologi Laboratorium Medis, Indonesia²

DOI :10.24903/kujkm.v7i2.1045

Received : November 2021

Accepted : November 2021

Published : Desember 2021

P-ISSN: 2477-1880 E-ISSN: 2502-6623
Kesmas Uwigama : Jurnal Kesehatan Masyarakat

Abstract

Background: The textile industry has the potential to release liquid waste and contain heavy metals Cr. The toxicity of the most toxic Cr(VI) ions in liquid waste.

Objectives: The purpose of this study was to determine the quality of groundwater (borehole water) in terms of chemical parameters namely the levels of Cr(VI) ions.

Research Metodes: The type of research is observational analytic with the subject of 10 locations of groundwater around the textile industry in Village Mojolaban of Sukoharjo. The research data were obtained through questionnaire and testing the levels of Cr(VI) ions using UV-Vis Spectrophotometer

Findings: The result showed the average of Cr(VI) ion levels obtained from each sample A to J are 1,4980 ppm; 1,6996 ppm; 1,2954 ppm; 1,5209 ppm; 1,4436 ppm; 1,4377 ppm; 1,3879 ppm; 1,3607 ppm; 1,3535 ppm; dan 1,3689 ppm

Conclusion: The average of Cr(VI) ion levels in groundwater studied exceeds the maximum levels of metals contamination allowed according to RI Permenkes No.32 in 2017. The average of Cr(VI) ion levels also exceeded the threshold of 0,05 ppm according to RI Permenkes No.416/Menkes/Per/IX/199

Keywords: Cr(VI), toxicity, observational analytic, groundwater, UV-Vis Spectrophotometer

Abstrak

Latar Belakang: Industri tekstil berpotensi mengeluarkan limbah cair dan mengandung logam berat Cr. Toksisitas ion Cr(VI) paling toksik di dalam limbah cair.

Tujuan: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air tanah (air sumur bor) ditinjau dari parameter kimia yaitu kadar ion Cr(VI).

Metode Penelitian: Jenis penelitian yang dilakukan adalah analitik observational dengan subjek 10 titik air tanah di sekitar industri tekstil di Dukuh Gadingan, Kecamatan Mojolaban, Sukoharjo. Data penelitian diperoleh melalui kuesioner dan pengujian kadar ion Cr(VI) menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Temuan: Hasil penelitian menunjukkan kadar rata-rata ion Cr(VI) yang diperoleh dari masing-masing sampel A sampai dengan J yaitu 1,4980 ppm; 1,6996 ppm; 1,2954 ppm; 1,5209 ppm; 1,4436 ppm; 1,4377 ppm; 1,3879 ppm; 1,3607 ppm; 1,3535 ppm; dan 1,3689 ppm.

Kesimpulan: Kadar rata-rata ion Cr(VI) pada air tanah yang diteliti melebihi kadar maksimal cemaran yang diperbolehkan menurut Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017. Kadar rata-rata ion Cr(VI) juga melebihi dari ambang batas sebesar 0,05 ppm menurut Permenkes RI No.416/Menkes/Per/IX/1990.

Kata kunci: Cr(VI), toksisitas, analitik observational, air tanah, Spektrofotometer UV-Vis

Copyright Notice



This work is licensed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Pendahuluan

Air yang layak dikonsumsi memiliki ciri tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan tidak ada endapan padat terlarut (Andini, 2017). Penduduk dunia dewasa ini, hanya 30% yang memperoleh air bersih, 70% sisanya tergantung pada sumur dan sumber air yang sudah tercemar (Muzamil, 2010).

Industri tekstil menghasilkan limbah logam berat yang berasal dari zat pewarna tekstil. Limbah logam berat yang dihasilkan dari industri tekstil antara lain : logam berat arsen (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), timbal (Pb), tembaga (Cu), dan seng (Zn) (Komarawidjaja, 2017). Logam berat juga akan terkonsentrasi dalam tubuh makhluk hidup melalui proses bioakumulasi (Yusuf, 2014).

Kromium (Cr) adalah salah satu logam berat yang berasal dari limbah industri tekstil. Cr(III) dan Cr(VI) memiliki perbedaan yang drastis. Cr(III) bersifat kurang toksik jika dibandingkan dengan Cr(VI). Cr(VI) dapat menyebabkan iritasi pada hidung, mata, dan kulit, meningkatkan resiko kanker paru-paru, gangguan pada hati, ginjal dan alat pencernaan (Sulistyo dkk, 2016).

Kadar maksimum ion Cr(VI) yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 32 Tahun 2017 tentang persyaratan air untuk keperluan higiene sanitasi dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/PER/IX/1990 adalah 0,05 mg/L.

Dukuh Ngemplak kelurahan Gadingan kecamatan Mojolaban kebanyakan masih menggunakan air tanah untuk kebutuhan seperti mencuci dan mandi padahal sumber air tanah tersebut berjarak dekat dengan industri tekstil. Industri tekstil di daerah tersebut adalah home industry, sehingga membuang limbah cair tekstil ke

selokan dekat pemukiman penduduk, yang secara langsung limbah tersebut mencemari air sumur di daerah tersebut melalui penyerapan air tanah. Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk meneliti tentang "Analisis Kadar Ion Cr(VI) Pada Air Tanah Sekitar Industri Tekstil di Mojolaban dengan Spektrofotometer UV-Vis".

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah analitic observational. Tempat pengambilan sampel air tanah di sekitar industri tekstil di Dukuh Ngemplak, Kelurahan Gadingan, Kecamatan Mojolaban yang berjarak sekitar 5 - 50 meter dari industri tekstil. Pengujian kadar ion Cr(VI) dilaksanakan di Laboratorium Kimia STIKES Nasional Surakarta. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai bulan Maret 2019. Penelitian dilakukan dengan pengujian secara kualitatif ion Cr(VI) kemudian dilakukan pengujian secara kuantitatif menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Vis, Labu ukur 25 ml; 100 ml, pipet volume 2 ml, pH meter, thermometer, timbangan analitik, botol sampel, vortek, tabung reaksi, dan rak tabung reaksi. Bahan yang digunakan yaitu sampel air sumur, reagen diphenylcarbazine, $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , HNO_3 , aceton dan aquadest

Prosedur Penelitian

Pembuatan larutan pengkompleks diphenyl carbazid 0,25 %

Ditimbang 0,25 gram serbuk diphenyl carbazid dengan menggunakan timbangan analitik. Dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml kemudian dilarutkan dengan aceton hingga setengah ukuran labu ukur, dikocok hingga larut. Ditambahkan

aseton hingga tanda batas labu ukur. Larutan dikocok dan diberi label.

Pembuatan larutan baku kromium 100 ppm

Ditimbang serbuk $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 0,0565 gram menggunakan timbangan analitik. Dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml kemudian dilarutkan dengan aquadest hingga tanda batas labu ukur. Larutan dikocok dan diberi label.

Pembuatan larutan intermediet 10 ppm dari baku kromium 100 ppm

Dipipet 2,5 ml larutan baku kromium 100 ppm, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml. Ditambahkan aquadest hingga tanda batas labu ukur. Larutan dihomogenkan dan diberi etiket.

Pembuatan larutan H_2SO_4 0,2 N

Dipipet reagen H_2SO_4 pekat sebanyak 5,55 ml menggunakan pipet ukur kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml yang sebelumnya telah diisi dengan aquadest sebanyak kurang lebih setengah labu ukur. Ditambahkan aquadest hingga tanda batas labu ukur. Larutan dihomogenkan kemudian dipindahkan ke dalam botol kaca berwarna gelap kemudian diberi etiket.

Pemeriksaan ion $Cr(VI)$ secara kualitatif

Sampel air dipipet kurang lebih sebanyak 2 ml, dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Sampel diasamkan sampai pH 1,5-2 dengan HNO_3 . Ditambahkan satu pipet diphenylcarbazid 0,25%, kemudian dihomogenkan dengan cara di vortek selama 1 menit. Positif ditandai dengan terbentuknya larutan warna merah keunguan.

Penentuan kadar ion $Cr(VI)$ dengan Spektrofotometer UV-Vis

- Penentuan Operating Time

Dipipet 2,0 ml larutan baku intermediet 10 ppm, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml. Ditambahkan diphenylcarbazid 0,25 % sebanyak 2,0 ml. Ditambahkan H_2SO_4 sampai tanda batas labu ukur. Kemudian dibaca absorbansi pada

panjang gelombang 540 nm sampai 30 menit.

- Penentuan Panjang Gelombang Maksimal

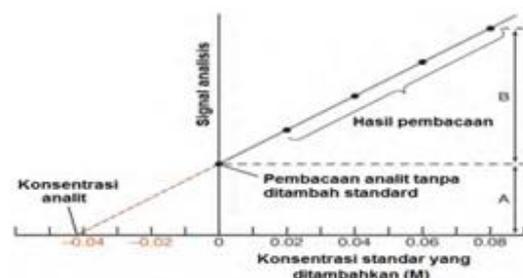
Dipipet 2,0 ml larutan baku intermediet 10 ppm, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml. Ditambahkan diphenylcarbazid 0,25 % sebanyak 2,0 ml. Ditambahkan H_2SO_4 sampai tanda batas labu ukur. Kemudian dibaca absorbansi di menit ke-7 pada panjang gelombang 500-600 nm.

- Penentuan Kadar Sampel

Disiapkan 5 buah labu ukur 25 ml, ke dalam labu ukur tersebut dimasukkan masing-masing 2,0 ml sampel air. Masing-masing labu ditambahkan larutan baku kromium 10 ppm dengan variasi volume 1,0 ml; 1,5 ml; 2,0 ml; 2,5 ml; dan 3,0 ml. Kemudian ditambahkan diphenylcarbazid 0,25 % sebanyak 2,0 ml. Ditambahkan H_2SO_4 0,2 N hingga tanda batas labu ukur. Absorbansi sampel diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada menit ke-7 dengan panjang gelombang 543,1 nm.

Analisa data

Teknik analisa data secara deskriptif, sedangkan pengolahan data menggunakan metode adisi standar. Metode ini dipakai secara luas karena mampu meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan (matriks), sampel, dan standar. Dalam metode ini dua atau lebih sejumlah sampel dengan volume tertentu sebelum diukur absorbansinya ditambah terlebih dahulu dengan sejumlah tertentu larutan standard.



Gambar 1 Kurva Adisi Standar (Riyanto, 2002)

Konsentrasi sampel dapat ditentukan dengan menentukan titik perpotongan pada nilai $y = 0$ rumus regresi yang diperoleh $y = bx + a$ dimana:

y = estimasi variabel terikat

x = estimasi variabel bebas

a = titik potong garis regresi pada sumbu y atau nilai estimate y bila $x = 0$

b = gradien garis regresi (perubahan nilai estimate y per satuan perubahan nilai x)

Konsentrasi dapat ditentukan dengan menarik garis lurus kurva regresi sehingga memotong garis pada sumbu x . Konsentrasi didapatkan pada daerah negative dan hasil akhir dianggap menjadi positif (Riyanto, 2002).

Sedangkan penetapan kadar mengikuti rumus:

Kadar Ion Cr(VI) :

$$Cx \left(\frac{\mu g}{ml} \right) \times \frac{\text{volume sampel setelah pengenceran (ml)}}{\text{volume sampel (ml)}}$$

= ppm

Hasil Penelitian

Uji kualitatif ion Cr(VI)

Tabel 1. Hasil Uji Kualitatif Ion Cr(VI)

Kode Sumur	Hasil	Kesimpulan
A	(+)	Terdapat ion Cr(VI)
B	(+)	Terdapat ion Cr(VI)
C	(+)	Terdapat ion Cr(VI)
D	(+)	Terdapat ion Cr(VI)
E	(+)	Terdapat ion Cr(VI)
F	(+)	Terdapat ion Cr(VI)
G	(+)	Terdapat ion Cr(VI)
H	(+)	Terdapat ion Cr(VI)
I	(+)	Terdapat ion Cr(VI)
J	(+)	Terdapat ion Cr(VI)

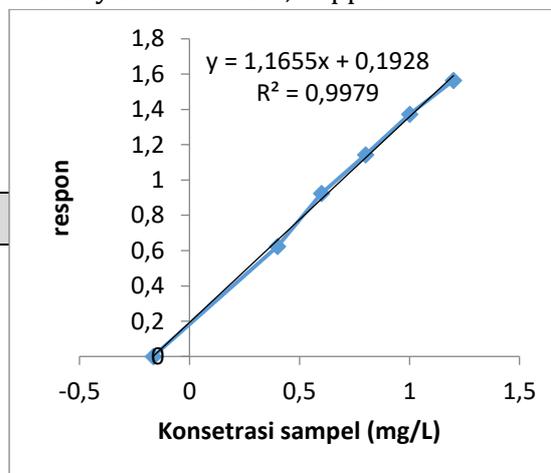
Hasil uji kualitati ion Cr(VI) menunjukkan sampel air positif mengandung ion Cr(VI), dalam memastikan berapa kadar ion Cr(VI) maka dilanjutkan dengan melakukan uji kuantitatif. Bagian ini adalah bagian utama untuk penulis menyatakan hasil penelitian yang diperoleh.

Uji kuantitatif ion Cr(VI)

Tabel 2. Hasil Uji Kuantitatif Ion Cr(VI)

Kode Sumur	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata Kadar (ppm)
	Kadar (ppm)	Kadar (ppm)	
A	2,0678	0,9283	1,4980
B	1,8880	1,5111	1,6996
C	1.3081	1.2827	1,2954
D	1,4010	1,6408	1,5209
E	1,5238	1,3634	1,4436
F	1,5573	1,3181	1,4377
G	1,6170	1,1587	1,3879
H	1,4785	1,2429	1,3607
I	1,3918	1,3152	1,3535
J	1,4283	1,3095	1,3689

Hasil uji kuantitatif kadar ion Cr(VI) dari 10 titik pengambilan sampel air sumur didapatkan kadar tertinggi sebesar 1,6996 ppm dan kadar terendah sebesar 1,2954 ppm. Kadar ion Cr(VI) yang diperoleh melebihi kadar maksimal yang diperbolehkan menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017 untuk keperluan higiene sanitasi dan Permenkes RI No.492/Menkes/PER/IX/1990 sebagai air bersih yaitu sebesar 0,05 ppm.



Gambar 2. Kurva Adisi Standar Salah Satu Sampel

Pembahasan

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik Quota Sampling, dipilih teknik Quota Sampling dengan memperhatikan pertimbangan kondisi serta keadaan dari daerah penelitian, 10 titik sumur diambil yang memenuhi kriteria pengambilan sampel yaitu jarak sumur kurang dari 50 meter, dari hasil wawancara sumur yang dipakai adalah

sumur bor, dan kondisi sumur masih digunakan untuk keperluan sehari-hari (keperluan higiene sanitasi dan kebanyakan juga masih digunakan untuk minum dan memasak).

Tahap pelaksanaan penelitian dimulai dengan melakukan persiapan alat dan reagen yang akan digunakan. Tahap pertama adalah persiapan botol penampung sampel, botol yang digunakan dalam menampung sampel air dipilih terbuat dari bahan kaca yang bersih, karena bahan kaca memiliki keunggulan bersifat inert atau lambat bereaksi terhadap bahan kimia dan tidak mengkontaminasi bahan didalamnya (Yuyun, 2011). Sebelum digunakan botol tersebut dicuci 3 kali dengan air kran, 1 kali dengan asam nitrat pekat, kemudian 3 kali dengan aquadest. Fungsi dari penambahan asam nitrat pekat dalam pencucian botol sampel bertujuan untuk menghilangkan atau membersihkan peralatan laboratorium dalam hal ini botol sampel dari kerak yang menempel didalamnya (Mulyati, 2012). Sampel diambil dari kran atau mulut pompa tempat keluarnya air, setelah air dibuang selama kurang lebih lima menit (SNI 06-2412-1991). Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari, dimana belum banyak terdapat aktifitas warga seperti mandi dan mencuci karena sifat logam berat pada air cenderung mengalami pengenceran ketika ada air masuk (Maddusa, dkk., 2017).

Sampel yang diperoleh langsung dibawa ke laboratorium kemudian dilakukan uji fisik meliputi pH, suhu, dan warna. Uji fisik pH menggunakan pH meter dan suhu menggunakan termometer air raksa didapatkan hasil pH air antara 7,0 – 7,4 sehingga dapat disimpulkan bahwa pH air sumur masih memenuhi standar sebagai air bersih menurut Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990 dimana pH yang memenuhi Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990 antara 6,5 – 8,5.

Hasil pengukuran nilai suhu air sumur yaitu 28,0oC – 28,3oC. Menurut Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air menunjukkan suhu air yang layak untuk digunakan adalah suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Suhu udara sekitar 27oC sehingga range suhu air yang dinyatakan layak menurut Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990 antara 25oC–30oC. Berdasarkan hasil pengukuran parameter suhu air sampel yang diuji telah sesuai dengan standar baku mutu Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990. Penentuan warna sampel dilakukan dengan pengamatan secara visual yang dilakukan oleh peneliti dan masyarakat yang diambil sampel air sumurnya, didapatkan hasil bahwa sampel air tidak berwarna

Teknik analisa kadar Cr(VI) menggunakan metode adisi standar yang sebelumnya dilakukan penentuan operating time (OT). Berdasarkan penelitian kadar ion Cr(VI) sebelumnya, penentuan operating time didapatkan pada menit ke 10 (Bramandita, 2009). Pada penelitian ini penentuan operating time dilakukan pada panjang gelombang 541 nm (Riyani, 2016) dengan waktu 0 - 30 menit, maka diperoleh nilai operating time (OT) pada menit ke 7,2 sampai menit ke 8,5. Setelah itu dilakukan penetapan panjang gelombang maksimum dengan pengukuran absorbansi pada kisaran panjang gelombang 500 nm sampai dengan 600 nm, dan diperoleh panjang gelombang maksimum pada 543,1 nm.

Berdasarkan data pada tabel 2 tersebut, rata-rata kadar ion Cr(VI) tertinggi pada sumur B, nilai rata-rata kadar Cr(VI) sebesar 1,6996. Sumur B hanya memiliki kedalaman sumur 10 meter, yang mana sumur tersebut termasuk kategori sumur dangkal. Air tanah dangkal terjadi akibat proses penyerapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, sehingga air tanah dangkal terlihat jernih tetapi mengandung zat-zat kimia karena melalui

lapisan tanah yang berfungsi sebagai saringan (Waluyo, 2009). Kondisi lain yang juga berpengaruh terhadap kadar ion Cr(VI) di titik B yaitu di titik B merupakan titik yang paling berdekatan dengan saluran pembuangan limbah cair industri tekstil yang merupakan limbah dari pewarnaan kain sehingga didapatkan hasil kadar ion Cr(VI) yang lebih tinggi dibandingkan di titik A. Titik A merupakan titik yang paling dekat dengan industri tekstil tetapi di depan titik A hanya terdapat saluran pembuangan limbah cair dari proses pemutihan kain. Teknik pengambilan sampel dan perlakuan uji kuantitatif dilakukan dengan cara yang sama sehingga tidak bisa mengendalikan kadar ion Cr(VI).

Kadar ion Cr(VI) pada air tanah sekitar industri tekstil di Mojolaban pada 10 titik pengambilan sampel semuanya tidak memenuhi standar air untuk keperluan higiene sanitasi menurut Permenkes RI No.32 Tahun 2017 dan tidak memenuhi standar air bersih menurut Permenkes RI No.416/Menkes/Per/IX/1990. Standar kadar ion Cr(VI) menurut Permenkes untuk keperluan higiene sanitasi dan air bersih adalah 0,05 ppm. Sedangkan dari 10 titik lokasi pengambilan sampel, hasil yang diperoleh lebih besar dari 0,05 ppm. Bagian ini adalah bagian utama dari artikel dan merupakan bagian terpanjang dari sebuah artikel, dimana penulis harus mendeskripsikan hasil penelitian.

Kesimpulan

Kesimpulan utama dari penelitian ini disajikan dalam bagian kesimpulan singkat. Bagian kesimpulan harus mengarahkan pembaca ke materi penting dari artikel ini.

Referensi

Andini, A. (2017). Analisa Kadar Kromium VI [Cr (VI)] Air di Kecamatan Tanggulangin, Sidoarjo. *Jurnal Sain*

Health. 1 (2). Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo

Bramandita, A. (2009). *Pengendalian Kromium Heksavalen dengan Serbuk Besi*. Intitut Pertanian Bogor

Ghalib, I. (2012). *Analisis Obat Secara Spektrofotometri dan Kromatografi*. Yogyakarta. Pustaka Pelajar

Khairunnisa, D. (2016). Studi Sebaran Potensi Air Tanah di Kelurahan Tanah Merah Kecamatan Samarinda Utara Berdasarkan Resistivitas Batuan. *Tesis*. Kimia FMIPA Universitas Mulawarman.

Komarawidjaja, W. (2017). Industrial Wastewater Containing Heavy Metal Exposures on Paddy Field in Jelegong Village, Rancaekek District, Bandung Regency. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 18 (2).

Maddusa, S. (2017). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) Pada Ikan dan Air Sungai Tondano Sulawesi Utara. *Public Health of Science Journal*. 9 (2).

Cahyo, O. Y. N. (2014). Prancangan Pabrik Asam Nitrat Dari Natrium Nitrat Dan Asam Sulfat Dengan Kapasitas 75.000 Ton Per Tahun. *Doctoral dissertation*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Muzamil, A. (2010). Dampak Limbah Cair Pabrik Tekstil PT.Kenaria Terhadap Kualitas Air Sungai Winong Sebagai Irigasi Pertanian di Desa Purwosuman Kecamatan Sidoharjo Kabupaten Sragen. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret

- Nukomarasari. (2010). *Penentuan Kadar Fe(II) Dalam Sampel Dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Permenkes RI. (1990). *Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 tentang Persyaratan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi*. Jakarta: Depkes RI
- Permenkes RI. (2017). *Permenkes RI Nomor 416/Menkes/PER/IX/1990 tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih*. Jakarta: Depkes RI
- Riyani, K. (2016). *Fotoreduksi Logam Kromium (VI) Menggunakan Fotokatalis Lapis Tipis TiO₂ - Mn Mesopori dengan Bantuan Lampu Tungsten*. *Jurnal Teknologi Kimia*. Universitas Jenderal Soedirman
- Riyanto. (2014). *Validasi dan Verifikasi Metode Uji: Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi* Ed.1. Yogyakarta: Depublish
- SNI 06-2412-1991. (1991). *Metode Pengambilan Contoh Kualitas Air*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- Sulistyo dkk. (2016). *Kajian Adsorpsi Ion Logam Cr (VI) oleh Adsorben Kombinasi Arang Aktif Sekam Padi dan Zeolit Menggunakan Metode solid-phase spectrophotometry*. *J. Sains Dasar*. 5 (2):116 – 123
- Sunardi. (2011). *Penurunan Kadar Krom(VI) Dengan Sargassum Sp, Saccharomyces Cerevisiae Dan Kombinasinya Pada Limbah Cair Industri Batik*. *Jurnal EKOSAINS*. 3 (1). Universitas Setia Budi
- Waluyo. (2009). *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM Press
- Widowati. (2008). *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Andi
- Yahya, S. (2015). *Spektrofotometri UV-VIS*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Yusuf, B. (2014). *Analisa Pb²⁺ Pada Lobster (panulirus sp) Dengan Metode Adisi Standar Spektrofotometer Uv-Vis menggunakan Pengompleks Ditizon*. Kimia FMIPA Universitas Mulawarman
- Yuyun, A. (2011). *Cerdas Mengemas Produk Makanan dan Minuman*. Jakarta: PT Agromedia