



## BHAMADA

Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan

<http://ojs.stikesbhamadaslawi.ac.id/index.php/jik>

email: [jitkbhamada@gmail.com](mailto:jitkbhamada@gmail.com)



### ANALISIS KANDUNGAN Cd DAN Cu PADA SUNGAI GUNG, SIBELIS DAN KEMIRI DI WILAYAH TEGAL

Oktariani Pramiastuti<sup>1</sup>, Desi Sri Rejeki<sup>2</sup>  
 Program Studi Farmasi S-1, STIKes Bhakti Mandala Husada Slawi  
 Email: [oktariani.pram@gmail.com](mailto:oktariani.pram@gmail.com)

#### Info Artikel

Sejarah artikel:  
 Diterima Januari 2021  
 Disetujui Februari 2021  
 Dipublikasi April 2021

#### Kata kunci:

Sungai Gung, Sungai Kemiri,  
 Sungai Sibelis, Logam berat,  
 Spektrofotometer Serapan  
 Atom.

#### ABSTRAK

Sungai ialah perairan terbuka yang mengalir dan diperoleh dari seluruh buangan bermacam aktivitas manusia di wilayah pertanian, permukiman, serta industri di wilayah sekitarnya yang dapat menyebabkan terbentuknya pergantian aspek kimia, fisika, serta hayati didalam perairan. Pencemaran lingkungan baik air, tanah serta udara oleh logam berat menimbulkan bermacam kerugian pada kehidupan organisme. Tujuan penelitian untuk mengetahui kadar logam berat pada sungai Gung, Sibelis dan Kemiri di wilayah Tegal. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan percobaan deskriptif. Logam yang diamati Cd dan Cu. Sampel air sungai diperoleh dari 3 tempat yaitu sungai Gung (Kelurahan Dukuhmalang), sungai Kemiri (Kelurahan Sidapurna) dan Sungai Sibelis (Kelurahan Keturen). Pengamatan dilakukan secara kuantitatif menggunakan Spektrofotometer serapan atom *Shimadzu 6300 AA* dan didestruksi terlebih dahulu dengan  $\text{HNO}_3$  pekat. Hasil penelitian menunjukkan angka kadar Cd dan Cu di tiga sungai tidak melebihi angka baku mutu air yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 sehingga dapat disimpulkan bahwa sungai Gung, Sibelis dan Kemiri di wilayah Tegal aman dari bahan pencemar logam berat karena tidak mengandung Cd dan Cu.

#### Keywords:

*Gung River, Kemiri River,  
 Sibelis River, Heavy Metal,  
 Atomic Absorption  
 Spectrophotometer.*

#### ABSTRACT

*A river is open water that flows and is obtained from all wastes of various human activities in agricultural areas, settlements, and industries in the surrounding areas which can cause changes in chemical, physical and biological aspects in the waters. Environmental pollution including water, soil and air by heavy metals causes various losses to the life of organisms. The research objective was to determine the levels of heavy metals in the river Gung, Sibelis and Kemiri in the Tegal region. The study was conducted using descriptive experiments. The metals observed were Cd and Cu. River water samples were obtained from 3 places namely the Gung river (Kelurahan Dukuhmalang), the Kemiri river (Kelurahan Sidapurna) and the Sibelis River (Kelurahan Keturen). Observations were carried out quantitatively using the Shimadzu 6300 AA atomic absorption spectrophotometer and firstly degraded with concentrated  $\text{HNO}_3$ . The results showed the levels of Cd and Cu in the three rivers did not exceed the water quality standard set*

#### Alamat Korespondensi:

Program Studi Farmasi S-1,  
 STIKes Bhakti Mandala  
 Husada Slawi

*in Government Regulation No. 82 of 2001 so that it could be concluded that the Gung, Sibelis and Kemiri rivers in the Tegal area were safe from heavy metal pollutants because they did not contain Cd and Cu.*

## PENDAHULUAN

Aktivitas manusia yang semakin meningkat dalam memanfaatkan perairan seperti adanya pemukiman, industri, dan pertanian menyebabkan meningkatnya sumbangan manusia terhadap pencemaran lingkungan. Polutan yang masuk ke perairan dapat berbentuk limbah dalam negeri, pemakaian pestisida, pemupukan, serta industri (limbah cair), transportasi serta pengendapan dari udara (R. Susanti, Dewi Mustikaningtyas, 2014). Logam berat merupakan bahan pencemar lingkungan yang berbahaya. Pencemaran lingkungan tanah, udara dan air, oleh logam berat menyebabkan kerugian pada kehidupan organisme (Kusnadi, 2016).

Sungai ialah perairan terbuka yang mengalir dan diperoleh dari seluruh buangan bermacam aktivitas manusia di wilayah pertanian, permukiman, serta industri sekitarnya yang dapat menyebabkan terbentuknya pergantian aspek kimia, fisika, serta hayati di perairan (Suyono, 2009). Pencemaran air menggambarkan penurunan kualitas air karena adanya komponen lain seperti makhluk hidup, zat, energi yang masuk kedalam air yang disebabkan oleh kegiatan manusia, sehingga air tidak berfungsi dengan semestinya. Penurunan kualitas air sungai (pencemaran air sungai) di Tegal terjadi di Sungai Gung, Sungai Sibelis dan Sungai Kemiri. Hal ini terjadi akibat adanya kegiatan industri, pertanian, rumah tangga, peternakan dan perikanan (Anonim, 2008).

Logam berat merupakan unsur kimia yang memiliki bobot jenis lebih besar dari  $5 \text{ g/cm}^3$  dan memiliki nomor atom antara 22 sampai 92. Logam berat dapat berpengaruh negatif terhadap tubuh manusia apabila konsentrasinya melebihi batas ambang yang bisa ditolerir oleh tubuh. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, kulit dan respirasi (Khairuddin et al., 2018).

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang dapat memberi efek toksik tinggi apabila jumlah akumulasi dalam tubuh melebihi batas normal (Wulandari & Purnomo, 2014). Kadmium (Cd) biasanya terdapat pada industri *alloy*, pemurnian Zn, pelapis logam campuran untuk mencegah korosi pada baterai (Ni-Cd), keramik, pembuatan solder, kaca, pestisida dan

beberapa biosida (Istarani & Pandebesie, 2014). Toksisitas Cd dapat mengganggu sistem fisiologis, sistem sirkulasi darah serta jantung, sistem pernapasan, kerusakan sistem reproduksi, sistem syaraf, kerapuhan tulang, fungsi pulmo serta kerusakan ginjal dalam tubuh (Sasongko et al., 2017).

Tembaga (Cu) bisa berasal dari pembuangan air limbah industri kimia yang berasal dari industri pelapisan logam, tekstil, penyamakan kulit, maupun industri cat (Jundana et al., 2016). Gangguan pencernaan seperti sakit perut, mual, muntah, dan diare, serta gangguan sistem peredaran darah, bisa terjadi karena keracunan tembaga (Salim, 2010).

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan metode analisis untuk menentukan unsur – unsur logam dan *metalloid* dengan prinsip penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas yang paling banyak digunakan (Kusnadi, 2016) dan mempunyai kelebihan diantaranya sensitifitas dan selektifitas tinggi, batas deteksi yang relative rendah, ketelitian yang tinggi, mudah serta waktu analisisnya cepat (Anonim, 2009b).

Penelitian dilakukan guna mengetahui ada tidaknya kandungan logam kadmium (Cd) dan tembaga (Cu) dalam air sungai Gung, Kemiri serta Sibelis di Tegal dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) sehingga nantinya diperoleh informasi batas ambang yang diperbolehkan. Selain itu diharapkan penelitian ini juga sebagai upaya untuk mengurangi dampak lingkungan yang diakibatkan oleh logam berat.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan eksperimental yang bersifat derkriftif karena penelitian hanya dilakukan analisis kadar logam kadmium (Cd) pada sungai Gung, Kemiri dan Sibelis. Penelitian dilakukan selama 3 bulan yaitu Februari-April 2020 di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Tegal.

Sampel air sungai diambil didasarkan pada metode *probability sampling* jenis *cluster sampling* karena sampel diambil secara random (acak) dan didasarkan pada suatu area tertentu yaitu beberapa jenis sungai. Titik pengambilan

sampel (1) Sungai Gung di Kelurahan Dukuhmalang dengan sumber cemaran dari pertanian, transportasi, limbah domestik dan industri rumahan (Logam dan knalpot); (2) Sungai Sibelis di Kelurahan Keturen dengan sumber cemaran pertanian, industri roti dan tahu, limbah domestik dan transportasi; (3) Sungai Kemiri di Kelurahan Sidapurna dengan sumber cemaran pertanian, transportasi dan limbah domestik.

**Alat dan Bahan**

Alat dan bahan dalam penelitian menggunakan labu ukur, botol kaca, gelas beaker, pipet tetes, timbangan analitik, blender, erlenmeyer, gelas ukur, hot plate, corong, kertas saring, Spektrofotometer Shimadzu 6300 AA, sampel air dari sungai Gung, sungai Gangsa dan sungai Kemiri, bahan-bahan pa diantaranya, larutan baku Cd 1000 ppm, larutan baku Cu 1000 ppm, HNO<sub>3</sub> pekat dan aquabidest.

**Proses Destruksi**

Sampel air sungai 50 mL dimasukkan dalam erlenmeyer dan ditambahkan 5 mL HNO<sub>3</sub> pekat, selanjutnya dipanaskan perlahan hingga volumenya 20 mL, disaring dan ditetapkan dengan aquabidest hingga volumenya menjadi 50 mL dan diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (Djunaidi, 2018).

**Analisis Spektrofotometer Serapan Atom**

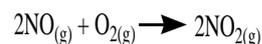
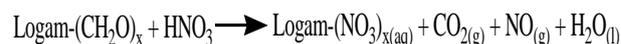
1. Kurva Baku Logam Kadmium (Cd)  
Seri kadar dibuat pada konsentrasi 0,05; 0,1; 0,2 dan 2 ppm dari larutan baku Cd 1000 ppm. Panjang gelombang yang digunakan 228,80 nm (Anonim, 2009b).
2. Kurva Baku Logam Tembaga (Cu)  
Dari larutan baku Cu 1000 ppm dibuat larutan dengan konsentrasi 100 ppm. Langkah selanjutnya dibuat seri konsentrasi 0,2; 0,5; 1; 3; 4 ppm. Panjang gelombang yang digunakan adalah 324,75 nm (Anonim, 2009).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel di tiga sungai di wilayah Tegal yaitu sungai Gung (Dukuhmalang), Kemiri (Sidapurna) dan Sibelis (Keturen) dengan sumber pencemar diantaranya pertanian, transportasi, limbah domestik, dan limbah industri.

Proses destruksi digunakan larutan HNO<sub>3</sub> 65% berfungsi sebagai oksidator kuat sehingga kegiatan pemanasan sampel mempunyai tujuan

untuk mempercepat proses putusnya ikatan logam dengan senyawa organik. Selama proses tersebut menimbulkan asap coklat yang mengidentifikasi zat organik dalam sampel telah teroksidasi, asap coklat tersebut termasuk gas NO<sub>2</sub> (hasil samping proses destruksi menggunakan nitrat) (Martines et al., 2018). Secara umum, reaksi yang terjadi antara logam dan HNO<sub>3</sub>, reaksi (1):



.....(1)

CH<sub>2</sub>O x dioksidasi asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) menghasilkan CO<sub>2</sub> serta NO<sub>x</sub>, gas ini bisa menaikkan tekanan pada proses destruksi. Akibat oksidasi CH<sub>2</sub>O oleh asam nitrat, unsur akan terlepas dalam ikatannya dengan bahan organik (CH<sub>2</sub>O), membentuk garam logam-(NO<sub>3</sub>)<sub>x</sub> yang larut dalam air. Gas NO yang dihasilkan diupkan bereaksi dengan oksigen menimbulkan gas NO<sub>2</sub> (Amelia et al., 2013). Setelah proses destruksi selesai, larutan ditetapkan volumenya sebanyak 50 mL menggunakan aquabidest (Desmiarti et al., 2017).

Proses destruksi berlangsung sempurna dengan dihasilkan larutan tidak berwarna-jernih yang mengidentifikasikan bahwa senyawa pada sampel telah terurai atau terdestruksi menjadi partikel yang tersisa atau telah mengalami perombakan secara sempurna (Padat et al., 2017).

Metode yang dapat digunakan untuk menguji kandungan logam berat salah satunya adalah spektrofotometer serapan atom. Spektrofotometer serapan atom akan mendeteksi radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu kemudian diserap oleh atom dengan meneruskan radiasi, yang menghasilkan absorbansi (Pambudi et al., 2018). Kelebihan dalam menggunakan metode ini adalah cepat dalam analisis, spesifik untuk setiap logam tanpa pemisahan, serta mampu mengukur kadar logam dalam jumlah sedikit (Susanti et al., 2016).

Hasil pengukuran Cd dan Cu pada air sungai dapat dilihat di tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Kadar Cd dan Cu di Sungai Gung, Sibelis dan Kemiri.**

Logam	Baku Mutu				Hasil
	Kls 1	Kls 2	Kls 3	Kls 4	
Cd	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,006
Cu	0,02	0,02	0,02	0,2	<0,1

Metode uji untuk logam Cd didasarkan pada SNI 6989.16.2009 dan Cu pada SNI 6898.6.2009.

Hasil menunjukkan kadar yang diperoleh dibawah angka MDL (*Methods Detection Limit*). MDL adalah batas deteksi metode yang bisa diuji pada konsentrasi terkecil (Utami, 2017). Sehingga dapat dikatakan bahwa pengujian logam Cd dan Cu pada air sungai Gung, Sibelis dan Kemiri dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom *Shimadzu 6300 AA* memiliki limit deteksi sebesar 0,006 mg/L dan 0,1 mg/L. Hal ini dapat dinyatakan pada konsentrasi tersebut, alat masih bisa mengukur walaupun belum memiliki nilai presisi yang baik (Sa'adah & Winata, 2010).

Kadar Cu dan Cd yang diperoleh kurang dari angka baku mutu air yang sudah ditetapkan. Sedangkan baku mutu air dinilai didasarkan pada Peraturan Pemerintahan Nomor 82 Tahun 2001 tentang Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Mutu air dinilai dari kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter dan metode tertentu sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Keberadaan makhluk hidup, energi, zat atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar dalam air memiliki batas atau kadar tersendiri yang menjadikan syarat air menjadi bermutu. Klasifikasi mutu air menurut PP No 82 Tahun 2001, ditetapkan menjadi empat kelas, yaitu : (1) Air yang diperuntukannya untuk air baku, air minum, dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut. (2) Air yang peruntukannya untuk prasarana atau sarana rekreasi air, peternakan, pembudidayaan ikan air tawar, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut, (3) Air yang diperuntukannya untuk mengairi, pertanian pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut, (4) Air yang peruntukannya untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1, dimana kadar Cu dan Cd pada semua kelas baku mutu air masih dibawah ambang batas yang ditetapkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa sungai Gung, Kemiri dan Sibelis di wilayah Tegal tidak mengandung kadar Cd dan Cu, sehingga ketiga sungai tersebut aman dari bahan pencemar logam berat (Anonim, 2001).

## SIMPULAN

Berdasarkan data hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa sungai Gung, Kemiri dan Sibelis di wilayah Tegal tidak mengandung kadar Cd dan Cu, sehingga ketiga sungai tersebut aman dari bahan pencemar logam berat didasarkan dari kadar yang diperoleh dibawah dari angka baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, E., Arief, J., & Hakim, R. (2013). *Preparasi Penentuan Kadar Logam Pb, Cd dan Cu dalam Nugget Ayam Rumput Laut Merah*. 2(2), 12–14. [http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/view/3729](http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/3729)
- Anonim. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. 1–32. <https://pelayanan.jakarta.go.id/download/ regulasi/peraturan-pemerintah-nomor-82-tahun-2001-tentang-pengelolaan-kualitas-air-dan-pengendalian-pencemaran-air.pdf>
- Anonim. (2008). *Status Lingkungan Hidup Kota Tegal Tahun 2008*. [https://nebulasolution.net/pustaka/images/docs/Laporan\\_Slhd\\_Kota\\_Tegal\\_2008\[1\].pdf](https://nebulasolution.net/pustaka/images/docs/Laporan_Slhd_Kota_Tegal_2008[1].pdf)
- Anonim. (2009). *Air dan air limbah – Bagian 6: Cara uji tembaga (Cu) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala*. <https://docplayer.info/50416952-Air-dan-air-limbah-bagian-6-cara-uji-tembaga-cu-secara-spektrofotometri-serapan-atom-ssa-nyala.html>
- Anonim. (2009b). *Keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional*. <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/8205>
- Desmiarti, R., Martynis, M., Novita, J., & Saputra, N. (2017). *Kombinasi Proses Filtrasi dan Ion Exchange Secara Kontinu pada Pembuatan Aquadm (Demineralized Water)*. 4, 27–32. <http://journal.uad.ac.id/index.php/chemical/article/view/6730>
- Djunaidi, C. (2018). *Studi Interferensi Pada AAS (Atomic Absorption Spectroscopy)*. 1–46. [http://eprints.undip.ac.id/65069/1/Buku\\_Studi\\_Interferensi\\_pada\\_AAS.pdf](http://eprints.undip.ac.id/65069/1/Buku_Studi_Interferensi_pada_AAS.pdf)
- Istarani, F., & Pandebesie, E. S. (2014). *Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd)*. 3(1), 1–6.

- <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5684>
- Jundana, A. F., Hastuti, E. D., & Budihastuti, R. (2016). *Daya Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Akar Dan Daun Avicennia marina (Forsk.) Berdasarkan Fase Pertumbuhan Yang Berbeda di Pantai Mangkang Semarang*. 5(3). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19502>
- Khairuddin, Yamin, M., Syukur, A., & Mahrus. (2018). *Penyuluhan Tentang Dampak Logam Berat Pada Manusia di SMAN 1 Woha Bima Tahun 2017*. 1(2). <https://www.jurnalfkip.unram.ac.id/index.php/JPPM/article/view/843>
- Kusnadi. (2016). *Analisa Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Tanaman Lidah Mertua (Sansiviera Sp.) di Kota Tegal Dengan Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)*. 1(9), 12–17. [https://www.researchgate.net/publication/318342414\\_Analisa\\_Kadar\\_Logam\\_Timbal\\_Pb\\_Dalam\\_Tanaman\\_Lidah\\_Mertua\\_Sansiviera\\_Sp\\_Di\\_Kota\\_Tegal\\_Dengan\\_Metode\\_Spektrofotometer\\_Serapan\\_Atom\\_Ssa](https://www.researchgate.net/publication/318342414_Analisa_Kadar_Logam_Timbal_Pb_Dalam_Tanaman_Lidah_Mertua_Sansiviera_Sp_Di_Kota_Tegal_Dengan_Metode_Spektrofotometer_Serapan_Atom_Ssa)
- Martines, S. A., Latief, M., & Rahman, H. (2018). *Analisis Logam Timbal (Pb) pada Lipstik yang Beredar di Kecamatan Pasar Jambi*. 5(2), 69–75. <https://ejournal.unair.ac.id/JFIKI/article/view/10847/7994>
- Padat, K. N. P. K., Kurniawati, P., & Purbaningtyas, T. E. (2017). *Pengujian Nitrogen Total, Kandungan Air dan Cemaran Logam Timbal Pada Pupuk Anorganik Nitrogen Phospor*. 6(1), 51–60. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JST/article/view/9439>
- Pambudi, M. A. R., Si, S., Sc, M., Ph, D., & Konsentrasi, K. (2018). *Penentuan Kadar Tembaga (Cu) Dalam Sampel Batuan Mineral*. 7(2), 20–23. [https://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/view/30088](https://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/30088)
- R. Susanti, Dewi Mustikaningtyas, F. A. S. (2014). *Analisis Kadar Logam Berat Pada Sungai di Jawa Tengah*. 12, 35–40. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/saintek/article/view/5424>
- Sa'adah, E., & Winata, A. S. (2010). *Validasi Metode Pengujian Logam Tembaga Pada Produk Air Minum Dalam Kemasan Secara Spektrofotometri Serapan Atom Nyala*. 01(02), 31–37. <https://media.neliti.com/media/publications/54726-ID-none.pdf>
- Salim, M. (2010). *Identifikasi Dan Penetapan Kadar Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Dara (Anadara granosa) Dan Kerang Hijau (Perna viridis) di Muara Angke Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. Cd*. [http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-7/20181355-S33161-Megawati Salim.pdf](http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-7/20181355-S33161-Megawati%20Salim.pdf)
- Sasongko, A., Yulianto, K., & Sarasatri, D. (2017). *Verifikasi Metode Penentuan Logam Kadmium (Cd) Dalam Air Limbah Domestik Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*. 6(2), 228–237. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JST/article/view/10699>
- Susanti, N. N., Sukmawardani, Y., & Musfiroh, I. (2016). *Analisis Kalium dan Kalsium pada Ikan Kembung dan Ikan Gabus Analysis Contents of Potassium and Calcium in Mackerel Fish and Cork Fish*. 3, 26–30. <http://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/article/view/7913>
- Suyono. (2009). *Kajian Kualitas Air Badan Perairan Strategis Kota Tegal Sebagai Kota Metropolitan*. 2003. [http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=1156286&val=5331&title=Kajian Kualitas Air Badan Perairan Strategis Kota Tegal Sebagai Kota Metropolitan](http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=1156286&val=5331&title=Kajian%20Kualitas%20Air%20Badan%20Perairan%20Strategis%20Kota%20Tegal%20Sebagai%20Kota%20Metropolis)
- Utami, A. R. (2017). *Verifikasi Metode Pengujian Sulfat Dalam Air dan Air Limbah Sesuai SNI 6989.20: 2009*. 2(1). <http://ejournal.kemenperin.go.id/JTPII/article/view/2726>
- Wulandari, R., & Purnomo, T. (2014). *Kemampuan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatica) Dalam Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd) Berdasarkan Konsentrasi Dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda The Ability of Water Spinach (Ipomoea aquatica) to Absorb Cadmium (Cd) in Different Concentration And Exposu*. 3(Cd). <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/7095>