



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 14 Tahun 2024 Page 6336-6346

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Kandungan Logam Berat Pada Air Sungai Kaligarang Menggunakan ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry*)

Almas Zakiy Firdaus^{1✉}, Mohammad Endy Julianto², Edy Supriyo³

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Fakultas Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro, Semarang

Email: alzafir710@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Sungai terbesar di Semarang, Kaligarang, termasuk sungai kelas 1, artinya dimanfaatkan sebagai sumber air minum. Air baku di PDAM Tirta Moedal Semarang berasal dari Sungai Kaligarang, dan air yang diminum penduduk Kota Semarang sangat penting bagi perusahaan. Mematuhi PPRI No. 82 Tahun 2001 dan Per. Peraturan Pemerintah Nomor 156 Tahun 2010, penelitian ini berupaya untuk mengkaji konsentrasi logam berat pada perairan Sungai Kaligarang Kabupaten Semarang dengan menggunakan ICP-OES (*Induktif Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*). Penelitian ini menggunakan pendekatan STORET, yaitu membandingkan kualitas air yang diukur dengan kriteria yang sudah ada sebelumnya, untuk menarik kesimpulan tentang kualitas air. Teknik sesaat atau ambil digunakan untuk mengambil sampel air.

Kata Kunci: *Sungai Kaligarang, Kualitas Air, ICP-OES*

Abstrack

The largest river in Semarang, Kaligarang, is a class 1 river, meaning it is used as a source of drinking water. The raw water at PDAM Tirta Moedal Semarang comes from the Kaligarang River, and the water that Semarang City residents drink is very important for the company. Comply with PPRI No. 82 of 2001 and Per. Government Regulation Number 156 of 2010, this research seeks to assess the concentration of heavy metals in the waters of the Kaligarang River, Semarang Regency using ICP-OES (*Inductive Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*). This research uses the STORET approach, namely comparing measured water quality with pre-existing criteria, to draw conclusions about water quality. Momentary or grab techniques are used to take water samples.

Keywords: *Kaligarang River, Water Quality, ICP-OES*

PENDAHULUAN

Semua kehidupan di bumi, mulai dari manusia hingga tumbuhan dan hewan, bergantung pada air dalam beberapa hal. Setiap hari, air sangat penting untuk banyak aktivitas manusia lebih dari sekedar meminumnya. Pemanfaatannya untuk keperluan perkantoran, industri, pertanian, transportasi, serta sebagai sumber kehidupan tumbuhan dan hewan. Hal ini sejalan dengan tujuan deklarasi konservasi air, yang bertujuan untuk mendorong keberlanjutan global melalui kelangsungan hidup yang seimbang (Indriati Nasution & Silaban, 2017). Itulah sebabnya air sangat penting bagi semua bentuk kehidupan di bumi. Karena adanya siklus hidrologi, jumlah air di bumi selalu sama dan tidak naik atau turun (Manahan, 2001 dalam Rohmawati & Kustomo, 2020). Meskipun air selalu ada di bumi, kualitas air tersebut akan bervariasi seiring dengan meningkatnya populasi manusia dan aktivitas yang kita lakukan terhadap air tersebut. Karena air telah terkontaminasi oleh berbagai jenis pencemaran dari berbagai aktivitas manusia, maka mendapatkan air yang baik menurut kriteria tertentu saat ini merupakan hal yang mahal. Dengan demikian, pasokan air menurun kualitasnya. Hal yang sama juga berlaku untuk kuantitas; itu tidak bisa memenuhi permintaan (Bekti Marlina, 2012).

Bahwa "bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat" tertuang dalam pasal 33 ayat 3 Undang-Undang Dasar (UUD) 1945. Sesuai pasal tersebut, negara menjamin seluruh warga negara mempunyai akses terhadap air. Undang-undang (UU) no. 11 Tahun 1974 yang mengatur tentang irigasi mendefinisikan semua air, baik air permukaan maupun air tanah, sebagai air pada pasal 1 ayat 3 dan 4. Selain itu, terdapat sejumlah tempat dan tempat penyimpanan, baik di bawah tanah maupun di atas tanah, yang dapat dimanfaatkan sebagai air. Ia melanjutkan, demi kepentingan seluruh rakyat Indonesia, pemerintah mengawasi pengelolaan sumber daya alam baik permukaan maupun bawah tanah. Jadi, apapun tingkat sosio-ekonomi suatu masyarakat, kebijakan pengelolaan air harus memprioritaskan pemenuhan kebutuhan seluruh anggota (Alihar, 2018).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menetapkan persyaratan mutu fisik, kimia, mikrobiologi, dan radioaktif yang harus dipenuhi agar air dianggap bersih. Pencemaran lingkungan juga berdampak buruk terhadap kualitas air. Salah satu permasalahan air adalah sulitnya mendapatkan air bersih yang layak untuk digunakan sehari-hari. Karena tingginya penggunaan air oleh industri, permasalahan ini sering muncul di perkotaan. Banyak bidang tanah yang dikembangkan untuk perumahan dan industri, namun pengembangan tersebut seringkali mengabaikan potensi lahan sebagai tempat penyimpanan air (Pratama, 2022).

Selain itu, seiring bertambahnya populasi, semakin banyak aktivitas di berbagai industri menghasilkan semakin banyak sampah. Limbah padat adalah produk sampingan dari proses alam dan proses yang dilakukan manusia yang terakumulasi seiring berjalannya waktu (Rosita, 2023).

Baik manusia maupun ekosistem mungkin akan terkena dampak buruk akibat penanganan limbah yang tidak tepat (Maksuk & Suzanna, 2018). Produk limbah seperti baterai bekas, cat, ban, pigmen plastik, dan cat dapat berkontribusi terhadap polusi logam, yang pada gilirannya dapat menimbulkan dampak negatif (Handriyani et al., 2020). Logam berat tanah bersifat inert dan merupakan bagian dari susunan alami tanah. Air, makanan, dan udara merupakan tiga pintu masuk utama logam berat ke dalam tubuh manusia. Ketika komponen kimia menumpuk di tubuh makhluk hidup—proses yang disebut bioakumulasi—logam berat menjadi ancaman (Harling, 2018).

Perkembangan peradaban dan aktivitas sosial ekonomi masyarakat pada umumnya terjadi di wilayah pesisir atau daerah aliran sungai, mengingat pentingnya air bagi kehidupan dan eksistensi. Karena sungai menjadi basis bagi banyak aktivitas manusia, tidak mengherankan jika kualitas air sungai memburuk di banyak belahan dunia (Bekti Marlina, 2012). Menurut Etnovanese et al. (2019) Dari hulu sungai di Desa Gebugan, Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang, Sungai Kaligarang mengalir melintasi Jawa Tengah hingga muaranya di Desa Tanah Mas, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang. Sungai Kaligarang merupakan sumber air utama PDAM Tirta Moedal Semarang yang sangat diandalkan oleh masyarakat Kota Semarang, lanjutnya.

Penelitian mengenai konsentrasi logam berat pada perairan Sungai Kaligarang Kabupaten Semarang akan dilakukan dengan menggunakan metode ICP-OES (Induktif Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) dengan memperhatikan permasalahan yang telah diuraikan.

METODE PENELITIAN

Dalam studi praktik ini, Sungai Kaligarang dijadikan sebagai sasaran penelitian. Desa Gebugan di Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang merupakan tempat bermuaranya Sungai Kaligarang, sedangkan Desa Panggung Lor di Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang menjadi tempat bermuaranya sungai tersebut ke laut. Salah satu sumber air bagi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Moedal Kota Semarang adalah Sungai Kaligarang, sehingga kualitas air sungai tersebut berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat. Data yang akan digunakan untuk pengolahan dalam penelitian disebut data primer, yang berasal langsung dari sumber seperti wawancara atau lapangan, bukan

bersumber dari sumber lain. Teknik sampel acak dasar digunakan untuk mengumpulkan data primer guna mendapatkan informasi yang mungkin mencerminkan keadaan saluran air. Temuan laboratorium dari Sungai Kaligarang yang dilakukan oleh Pusat Standardisasi dan Pelayanan Pencegahan Pencemaran Industri akan dijadikan sebagai sumber data utama. Setelah pengumpul data primer atau entitas lain telah memproses dan menampilkan data dengan tepat, publik dapat mengakses data sekunder. Data sekunder mencakup hal-hal seperti artikel terkait penelitian, jurnal, dan situs web. Kajian ini mengandalkan sumber data sekunder, yang mencakup hal-hal seperti peruntukan sungai, rincian dasar sungai Kaligarang, dan informasi terkait lainnya. Metode pengumpulan data berikut digunakan dalam penelitian ini:

A. Pengambilan Contoh Air

Teknik ambil atau sesaat digunakan untuk mengambil sampel air dari badan air pada tempat dan waktu tertentu; sampel ini digunakan untuk mengkarakterisasi fitur air pada saat itu juga. Sampel air dikumpulkan di segmen III dan VI sebagai bagian dari penyelidikan. Berikut tabel lokasi stasiun pemantauan air Sungai Kaligarang menurut segmen:

Tabel 1 Lokasi Pemantauan Sungai Kaligarang

No	Lokasi Pemantauan	Segmen
1	Kelurahan Bendan Duwur, Kecamatan Gajah Mungkur	III
2	Kelurahan Sampangan, Kecamatan Gajah Mungkur	VI

B. Analisis Contoh Air

Sebuah fasilitas yang dikenal sebagai Pusat Standardisasi dan Pelayanan Pencegahan Pencemaran Industri memeriksa sampel air yang diambil dari sungai. Tabel 2 di bawah ini menunjukkan teknik analisis air yang digunakan untuk menganalisis karakteristik utama air sungai.

Tabel 2 Metode Analisis Air

No	Parameter	Satuan	Metode Analisis	Peralatan	Acuan SNI
1	As	mg/L	Spektrometri	ICP-OES	SNI 6989-82:2018
2	Cd	mg/L	Spektrometri	ICP-OES	SNI 6989-82:2018
3	Pb	mg/L	Spektrometri	ICP-OES	SNI 6989-82:2018

Teknik Analisis Data

A. Kualitas Air Sungai

Sebagaimana dituangkan dalam PPRI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran dan Pengelolaan Kualitas Air, Kriteria Kualitas Air Berdasarkan Kelasnya menjadi tolak ukur dalam penilaian kualitas air sungai. Berikut beberapa standar kualitas air berdasarkan kelas:

Tabel 3 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

No	Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
			I	II	III	IV	
1	As	mg/L	0,05	1	1	1	
2	Cd	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
3	Pb	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb \leq 0,1 mg/L

Sumber: PPRI No. 82 Tahun 2001

B. Status Mutu Air

Untuk mengevaluasi kualitas air, kita dapat melihat standar yang saat ini digunakan. Keadaan mutu air diartikan sebagai derajat pencemaran atau kondisi prima sumber air pada jangka waktu tertentu dibandingkan dengan persyaratan mutu yang telah ditetapkan, berdasarkan Pasal 1 Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Analisis ini menggunakan metode STORET yang dikembangkan oleh Nemerow dan Sumitomo untuk menanggapi keputusan ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Peruntukan Air Sungai

Persyaratan kualitas air untuk irigasi jelas berbeda dengan baku mutu air untuk konsumsi, seperti halnya dengan permintaan lainnya (Alaudin, 2016). Sebagai suatu ekosistem, sungai memerlukan strategi pengelolaan yang disesuaikan dengan tujuan sungai tersebut. Pembuatan model aliran sungai diperlukan untuk pengelolaan banjir jika sungai ingin digunakan untuk tujuan tersebut. Upaya untuk memisahkan kelas-kelas air, peraturan yang lebih ketat mengenai standar kualitas limbah, dan penegakan hukum yang konsisten dapat membantu mengurangi jumlah sampah yang berakhir di sungai, dan hal ini sangat penting jika sungai memasok air ke masyarakat sekitar. dan mendorong lebih banyak keterlibatan masyarakat.

Menurut Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, ketika memutuskan bagaimana membagi air yang tersedia, para pejabat harus mempertimbangkan dengan cermat sejumlah faktor, termasuk daya dukung sumber, demografi dan sebaran penduduk, antisipasi pertumbuhan di masa depan, serta kondisi saat ini dan masa depan. proyeksi kebutuhan sumber daya air. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 mengatur tentang kategorisasi dan baku mutu air di dalam negeri. Peraturan pemerintah ini menetapkan empat kategori kualitas air, antara lain:

1. Kelas satu (I), air yang peruntukannya digunakan sebagai air baku air minum,
2. Kelas dua (II), air yang peruntukannya digunakan sebagai prasarana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air untuk mengairi tanaman,
3. Kelas tiga (III), air yang peruntukannya digunakan sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air untuk mengairi tanaman,
4. Kelas empat (IV), air yang peruntukannya digunakan sebagai air yang mengairi tanaman.

B. Peraturan Gubernur Jawa Tengah No. 156 Tahun 2010 tentang Peruntukan Air dan Pengelolaan Kualitas Air Sungai Kaligarang

Tujuan Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 156 Tahun 2010 adalah memulihkan kualitas air dan menjaga fungsinya agar dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya. Pada saat yang sama, kami ingin menjamin bahwa wilayah perkotaan, kabupaten, dan wilayah menggunakan air sungai secara tepat, mengurangi polusi di DAS Kaligarang, dan menjaga ekologi.

Sungai Kaligarang dibagi menjadi tujuh bagian menurut Pasal 156 Peraturan Gubernur Jawa Tengah Tahun 2010:

1. Segmen I

Di antara hulu sungai di Desa Gebugan, Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang, dan muara di Desa Puduk Payung, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang, Sungai Kaligarang berkelok-kelok ke arah hilir. Sungai ruas I menempuh jarak sekitar 12,2 kilometer. Bagian sungai ini kemungkinan menjadi sumber pencemaran Sungai Kaligarang karena adanya kegiatan perkebunan, industri, peternakan, dan pemukiman. Perusahaan termasuk PT. Batamatex, PT. Nissin Biskuit, dan PT. Pepsi Cola terlibat dalam operasi industri dalam kategori ini.

2. Segmen II

Dari hulu sungai di Kecamatan Banyumanik Kota Semarang hingga pertemuannya dengan Kecamatan Gajah Mungkur di Desa Bendan Duwur, Sungai Kaligarang mengalir melalui jantung kota. Segmen II mencakup sebagian besar wilayah Kecamatan

Banyumanik Kota Semarang. Sekitar 11,5 kilometer membentuk bagian sungai ini. Kegiatan industri (seperti PT. Raja Besi, PT. Jamu dan Apotek Cap Jago, dan PT. Kubota Indonesia) dan pembangunan pemukiman di sepanjang bentangan sungai ini menimbulkan ancaman pencemaran.

3. Segmen III

Bermula dari bagian timur Desa Bendan Duwur di Kecamatan Gajah Mungkur Kota Semarang dan mengalir ke arah barat, Sungai Kaligarang merupakan jalur air utama di kota tersebut. Kecamatan Ngaliyan, Gajah Mungkur, dan Banyumanik masuk dalam Segmen III. Sungai di bagian ini hanya sepanjang 2,4 kilometer. Lahan yang digunakan untuk pertanian dan pemukiman merupakan sebagian besar bagian ini.

4. Segmen IV

Sungai Kreo mengalir melalui Kota Semarang, bermula di Desa Polaman, Kecamatan Mijen, dan berakhir di Desa Sadeng, Kecamatan Gunung Pati. Segmen IV meliputi Sub DAS Kreo yang merupakan wilayah Kabupaten Semarang, Kendal, dan Kabupaten Semarang. Lingkungan pemukiman, lokasi industri, kegiatan pertanian dan perkebunan, serta tempat pembuangan sampah merupakan sumber pencemaran potensial di wilayah ini, yang dapat berdampak pada sungai. Bentangan sungai ini panjangnya sekitar 15,5 kilometer.

5. Segmen V

Desa Bendan Duwur terletak di Kecamatan Gajah Mungkur, Kota Semarang, dan Sungai Kaligarang bermuara di Desa Sadeng, Kecamatan Gunung Pati, Kota Semarang. Bagian V, Sub DAS Kripik, membentang sekitar 2,6 km dan meliputi Kecamatan Ungaran Barat, Ngaliyan, dan Gunung Pati.

6. Segmen VI

Desa Bendan Duwur di Kecamatan Gajah Mungkur Kota Semarang merupakan sumber hulu Sungai Kaligarang yang mengalir ke arah selatan hingga Desa Barusari di Kecamatan Semarang Selatan Kota Semarang. Wilayah yang masuk dalam Segmen VI antara lain Candisari, Gajah Mungkur, Semarang Barat, Semarang Selatan, dan Banyumanik. PDAM Kota Semarang mengumpulkan air yang belum diolah di bagian ini. Selain aktivitas residensial, RS Karyadi, dan operasional industri PT. Alam Daya Sakti, PT. Kimia Farma, PT. Semarang Makmur, PT. DamaiteX, PT. Sinar Pantja Djaya, dan PT. Phapros.

7. Segmen VII

Bermula di Desa Barusari di selatan Kabupaten Semarang dan berakhir di Desa Panggung Lor di utara kabupaten yang sama, Sungai Banjir Kanal Barat mengalir

melalui Kota Semarang. Bagian VII mendalami wilayah Kecamatan Banyumanik, Selatan, Utara, Tengah, dan Barat Kota Semarang. Pengolahan tahu, tempe, dan ikan merupakan contoh usaha kecil yang termasuk dalam kategori ini, begitu pula dengan kegiatan rumah tangga.



Peraturan Gubernur mengatur klasifikasi kualitas air Kaligarang segmen I–VI kelas I dan segmen VII kelas II.

Tabel 4 Kelas Air dan Mutu Air Sungai Kaligarang

Segmen	Kelas Air yang Ditetapkan	Mutu Air Sasaran
I	I	II
II	I	II
III	I	I
IV	I	I
V	I	II
VI	I	I
VII	II	I

Sumber: Per. Gub. No.156 tahun 2010

C. Hasil Analisis Sungai Kaligarang Segmen III dan VI

Kualitas air pada ruas III dan VI sungai Kaligarang telah diuji kesesuaiannya dengan

PPRI No. 82 Tahun 2001 dan Per. Peraturan Pemerintah Nomor 156 Tahun 2010 menggunakan temuan program pemantauan kandungan logam berat selama 4 bulan. Tabel 6, 7, dan 8 menampilkan temuan penelitian.

Tabel 5 Perbandingan Hasil Penelitian Segmen III dan Mutu Air PPRI No. 82 Tahun 2001

No	Parameter	Tahun 2024				Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas (PPRI No.82 Tahun 2001)			
		Februari	Maret	April	Mei	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	As	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,05	1	1	1
2	Cd	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	0,01	0,01	0,01	0,01
3	Pb	< 0,004	< 0,004	0,0122	< 0,004	0,03	0,03	0,03	1

Tabel 6 Perbandingan Hasil Penelitian Segmen VI dan Mutu Air PPRI No. 82 Tahun 2001

No	Parameter	Tahun 2024				Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas (PPRI No.82 Tahun 2001)			
		Februari	Maret	April	Mei	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	As	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,05	1	1	1
2	Cd	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	0,01	0,01	0,01	0,01
3	Pb	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,03	0,03	0,03	1

Dari tabel di atas terlihat bahwa semua parameter logam berat yang terdiri dari As, Cd, dan Pb baik pada segmen III dan VI yang dipantau selama 4 bulan hasilnya menunjukkan jika semua kandungan logam berat yang dianalisis semuanya memenuhi kandungan baku mutu air kelas I sesuai PPRI No. 82 Tahun 2001.

a. Status Mutu Air

Untuk mengetahui kondisi kualitas air saat ini, hasil analisis kualitas air kemudian digunakan bersama dengan metode STORET. Data kualitas air dibandingkan dengan metode STORET dengan Baku Mutu Air (BMA) yang berlaku (PPRI No. 82 Tahun 2001) untuk mengetahui keadaan saat ini. Selanjutnya membandingkan kualitas air di setiap ruas sungai sesuai dengan Per. Peraturan Pemerintah Nomor 156 Tahun 2010. Penentuan luas badan air merupakan tujuan dari penilaian kualitas air berbasis STORET. Hasilnya disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 7 Perbandingan Status Mutu Air Per. Gub. No.156 tahun 2010 dan Hasil Penelitian

No.	Segmen	Mutu Air Sasaran	Kelas Air yang Ditetapkan	Hasil Penelitian
1	III	I	I	I (Memenuhi Baku Mutu)
2	VI	I	I	I (Memenuhi Baku Mutu)

Dari tabel tersebut terlihat jelas bahwa kondisi sungai dilacak selama empat bulan berturut-turut. Temuan pengujian logam berat Segmen III dan VI memenuhi baku mutu air dan kelas air yang ditetapkan Per. Peraturan Pemerintah Nomor 156 Tahun 2010.

Setelah dilakukan pemantauan selama empat bulan, diketahui kadar logam berat pada kualitas air segmen III dan VI di wilayah ini tidak melebihi batas kualitas yang ditetapkan. Oleh karena itu, dapat digunakan sebagai air baku PDAM Tirta Moedal Semarang.

SIMPULAN

Demi menjaga kepuasan pelanggannya, PDAM Tirta Moedal Kota Semarang mengutamakan kualitas air. Air Sungai Kaligarang layak digunakan sebagai air baku di PDAM Tirta Moedal Semarang, sesuai PPRI Nomor 82 Tahun 2001 yang mengatur kategorisasi kualitas air. Seluruh sampel air dinyatakan positif mengandung arsenat, kadmium, dan timbal, berdasarkan hasil laboratorium yang memenuhi kriteria mutu yang ditetapkan PPRI No. 82 Tahun 2001 serta sasaran dan kelas mutu air yang ditetapkan Per. Peraturan Pemerintah Nomor 156 Tahun 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaudin. (2016). *Pengertian dan Klasifikasi Air*.
- Alihar, F. (2018). Penduduk dan Akses Air Bersih di Kota Semarang (Population and Access to Clean Water in Semarang City). *Jurnal Kependudukan Indonesia*, 13(Juni), 67–76. <https://ejurnal.kependudukan.lipi.go.id/index.php/jki/article/view/306>
- Bekti Marlana. (2012). *Kajian Pengelolaan DAS Garang untuk Memenuhi Kualitas Air Sesuai Dengan Peruntukannya* [Universitas Diponegoro]. <http://eprints.undip.ac.id/36498/>
- Etnovanese, N. C. K., Aprillia, T. M., Suwarno, D., & Setiyadi, B. (2019). Analisis Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang sebagai Sumber Air Baku PDAM. *Jurnal G-Smart*, 3(1), 47–62. <https://doi.org/10.24167/g.s.v3i1.1772>
- Handriyani, K. A. T. S., Habibah, N., & Dhyana Putri, I. G. A. S. (2020). Analisis Kadar Timbal

- (Pb) Pada Air Sumur Gali di Kawasan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Banjar Suwung Batan Kendal Denpasar Selatan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 9(1), 68–75. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v9i1.17842>
- Harling, V. N. Van. (2018). Kualitas Air Tanah Berdasarkan Kandungan Tembaga [Cu(II)], Mangan [Mn(II)] dan Seng [Zn(II)] di Dusun – Dusun Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Ngronggo, Salatiga. *Jurnal Soscied*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.32531/jsoscied.v1i1.108>
- Indriati Nasution, H., & Silaban, S. (2017). Analisis Logam Berat Pb Dan Cd Dalam Air Sumur Di Sekitar Lokasi Pembuangan Sampah Akhir. *Jurnal Itekima*, 1(1), 17–24. http://stakc.ac.id/wp-content/uploads/2017/08/03-UNIMED_Nasution.pdf
- Maksud, & Suzanna. (2018). Kajian Kandungan Timbal dalam Air Sumur Gali di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Sukawinatan Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 107–114. <https://doi.org/10.26553/jikm.2018.9.2.107-114>
- Pratama, F. I. (2022). Analisis Kadar Logam Fe, Pb, Cu, Zn, dan Cd dalam Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Depok, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Dalton*, 5(1), 38–44. <https://doi.org/10.31602/dl.v5i1.6468>
- Rohmawati, Y., & Kustomo, K. (2020). Analisis Kualitas Air pada Reservoir PDAM Kota Semarang Menggunakan Uji Parameter Fisika, Kimia, dan Mikrobiologi, serta Dikombinasikan dengan Analisis Kemometri. *Walisongo Journal of Chemistry*, 3(2), 100–107. <https://doi.org/https://doi.org/10.21580/wjc.v3i2.6603>
- Rosita, N. (2023). Analisis Logam Berat Pb, Fe dan Mn Air Tanah Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Tangerang. *Jurnal Alotrop*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.33369/alo.v7i1.23239>