

***Biosand Filter* Sebagai Upaya Konservasi Air Bersih di Kelurahan Sekaran Kota Semarang**

Yuni Wijayanti^{1*}, Arum Siwiendrayanti², Eram Tunggul Pawenang³, Rudatin Windraswara⁴,
Diyan Argani Kusumaningtyas⁵

^{1,2,3,4,5}Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Semarang

*Email: yuniwija@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Kualitas air bersih masih menjadi tantangan di RT 07 RW 05 Kelurahan Sekaran Kota Semarang. Kondisi air yang keruh dengan kandungan besi (Fe) yang tinggi menjadi masalah utama. Situasi ini berpotensi menimbulkan masalah kesehatan seperti disentri, iritasi kulit, penyumbatan pembuluh darah dan gangguan ginjal. Tujuan pengabdian masyarakat ini adalah untuk memberdayakan masyarakat dalam meningkatkan kualitas air bersih melalui aplikasi *biosand filter* (BSF) sekaligus mendorong upaya konservasi air. Metode pelaksanaan menggunakan ceramah dan praktik langsung dengan pendekatan berbasis lingkungan dan sosial yang melibatkan 27 warga sebagai peserta aktif. Hasil menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan peserta. Rata-rata nilai *pre-test* sebesar 60,19 meningkat menjadi 79,26 pada *post-test*. Uji t berpasangan menunjukkan perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* ($p=0,000$; $t = -7,597$). Pemasangan alat BSF di tempat penampungan air Masjid Al-Barokah dan pelatihan pembuatan BSF sederhana merupakan langkah pendorong partisipasi aktif warga dalam konservasi air bersih.

Kata kunci: Air bersih, *Biosand filter*, Kesehatan Masyarakat, Konservasi

Abstract

Clean water quality remains a challenge in RT 07 RW 05, Sekaran Village, Semarang City. The main issue is the presence of turbid water with high iron (Fe) content. This situation has the potential to cause health problems such as dysentery, skin irritation, blood vessel blockages, and kidney disorders. The objective of this community service initiative is to empower the community to improve clean water quality through the application of biosand filters (BSF) while promoting water conservation efforts. The implementation method involved lectures and hands-on practice using an environment- and socially-based approach, engaging 27 residents as active participants. The results showed an increase in participants' knowledge. The average pre-test score of 60.19 increased to 79.26 in the post-test. A paired t-test revealed a significant difference between pre-test and post-test scores ($p=0.000$; $t = -7.597$). The installation of Biosand Filters at the Al-Barokah Mosque water reservoir and training in the making of simple Biosand Filters are steps that encourage active community participation in clean water conservation..

Keywords: Biosand filter, Clean water, Conservation, Public Health.

I. PENDAHULUAN

Laporan kinerja Direktorat Pengendalian Pencemaran Air tahun 2023 menunjukkan bahwa Indeks Kualitas Air (IKA) di Indonesia menunjukkan peningkatan dalam tiga tahun terakhir yaitu 52,82 (2021), 53,88 (2022), dan 54,59 (2023) (DPPA KLHK RI, 2023). Meskipun demikian, angka tersebut masih berada di bawah target yang ditetapkan yakni sebesar 55,40 persen.

Kerusakan lingkungan yang mempengaruhi kualitas air terjadi di beberapa wilayah Indonesia tak terkecuali Kota Semarang. Berada di dataran tinggi, kota ini menghadapi sejumlah kerusakan lingkungan seperti perubahan lahan dan pencemaran air. Terjadi peningkatan luas lahan pertanian tegalan atau lahan siap pakai di Kecamatan Gunungpati, Tembalang, dan Ngaliyan (Hariyanto, 2010). Selain itu, data dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Jawa Tengah menunjukkan bahwa tiga sungai di Kota Semarang yakni Sungai Babon, Sungai Garang, dan Sungai Tuntang termasuk dalam kategori sungai tercemar ringan berdasarkan nilai indeks pencemar kualitas air sungai (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Jawa Tengah, 2023).

Di tahun 2021 hingga 2023 telah terjadi peningkatan jumlah sarana air minum yang diawasi di Kota Semarang meskipun dengan persentase pengawasan yang cenderung fluktuatif. Pada tahun 2021, dari 259.714 sarana air minum hanya 26,1% yang dilakukan Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL) dengan mayoritas berstatus risiko pencemaran sedang dan rendah. Tahun 2022 menunjukkan peningkatan signifikan dalam pengawasan di mana 54,19% dari 362.500 sarana telah diawasi sesuai standar. Pada tahun 2023, meskipun jumlah total sarana air minum meningkat menjadi 370.554, persentase sarana yang diawasi menjadi sedikit menurun menjadi 52,53% (Dinkes Kota

Semarang, 2021, 2022, 2023). Penurunan persentase ini menunjukkan perlunya peningkatan pengawasan untuk memastikan semua sarana air minum memenuhi standar kesehatan.

Data Dinas Kesehatan Kota Semarang pada November 2023 menunjukkan bahwa 18% wilayah di Kecamatan Gunungpati memiliki air minum yang tidak memenuhi standar, 13% memiliki pengelolaan sampah yang kurang baik, dan 9% memiliki pengolahan limbah cair yang tidak memadai (Dinas Kesehatan Kota Semarang, 2023). Kondisi ini semakin diperburuk oleh kebiasaan tidak sehat dan kurangnya pengetahuan dalam pengelolaan air bersih yang berpotensi menyebabkan penyakit. Air dengan tingkat kesadahan tinggi dapat berdampak serius pada kesehatan seperti penyumbatan pembuluh darah (cardiovascular disease) dan gangguan ginjal (Dewi et al., 2018; Evana & Achmad, 2018).

Selain tingkat kesadahan, kualitas air juga ditentukan oleh keberadaan bakteri patogen *E. coli*. Keberadaan bakteri *E. coli* dalam air berkaitan dengan munculnya gejala diare di masyarakat (Hatifah et al., 2018). Kontak dengan air yang tercemar dapat menyebabkan dampak kesehatan lain, seperti iritasi kulit akibat penggunaan air untuk mandi, cuci, dan kakus (Pramaningsih et al., 2023). Penelitian oleh Bagu et al., (2024) di Gorontalo menunjukkan bahwa sumber air minum yang tidak layak terbukti meningkatkan risiko stunting (Sig. 0,003<0.05); $R^2 = 0.913$). Pengelolaan air yang efektif diperlukan untuk mengurangi risiko pencemaran dan kontaminasi bahan-bahan alami yang terbawa aliran air. Air minum harus memenuhi persyaratan sebagaimana yang disyaratkan dalam Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, yaitu: memenuhi syarat fisik, kimia dan biologi. Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya air yang baik

perlu mencakup perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi terhadap konservasi sumber daya air, penggunaan air secara efisien, serta pengendalian potensi kerusakan akibat air. Teknologi seperti *biosand filter* efektif untuk mengurangi konsentrasi COD dan bakteri *Escherichia coli* dalam air, masing-masing sebesar 60 persen dan 80 persen (Lynn et al., 2013; TATO, 2010).

Berdasarkan wawancara dengan salah satu kepala keluarga di wilayah RT 07 RW 05, Kelurahan Sekaran, Kecamatan Gunungpati, teridentifikasi beberapa masalah kesehatan. Keluhan utama warga adalah kualitas air bersih yang mana mereka harus sering menguras bak mandi karena kondisi air yang keruh. Meskipun air yang mengalir ke rumah-rumah tampak jernih namun masih terdapat endapan. Hal ini terbukti dari sampel yang diambil dari kran rumah warga yang menunjukkan endapan berwarna kuning setelah didiamkan selama satu hari. Masalah ini diperburuk oleh keterbatasan biaya dan distribusi air bersih yang tidak merata dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Semarang.

Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) mencakup operasi dan pemeliharaan sarana serta prasarana, perbaikan, peningkatan sumber daya manusia, dan kelembagaan. *Biosand filter* (BSF) merupakan salah satu teknologi tepat guna dalam pengolahan air bersih. BSF adalah adaptasi dari saringan pasir lambat tradisional yang telah digunakan selama hampir 200 tahun (CAWST, 2009). Filter *biosand* lebih kecil dan disesuaikan penggunaan intermiten sehingga cocok untuk rumah tangga (Agustika, 2015). Filtrasi dengan menggunakan *biosand filter* adalah salah satu cara untuk mengolah air sungai menjadi air bersih (Wulandari et al., 2019).

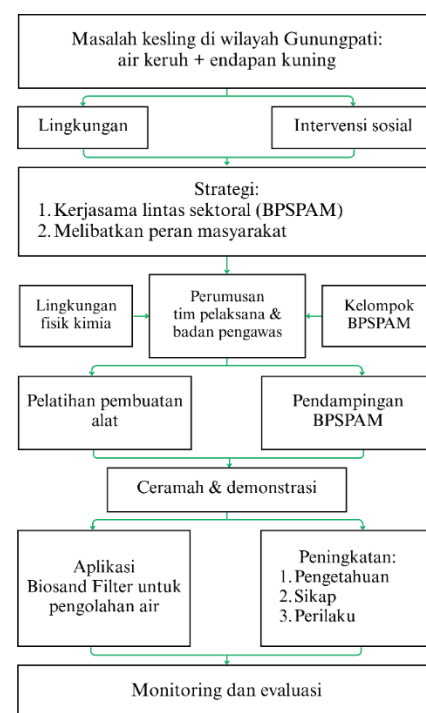
II. RUMUSAN MASALAH

Bagaimana penerapan edukasi pengelolaan air bersih dan teknologi *biosand filter* dapat meningkatkan

pengetahuan dan praktik masyarakat dalam mengelola air bersih di RT 07 RW 05 Kelurahan Sekaran?

III. METODE

Kegiatan dilaksanakan dengan pendekatan berbasis lingkungan dan sosial. Strategi yang digunakan mencakup penerapan teknologi tepat guna *biosand filter* dan pelibatan aktif masyarakat untuk meningkatkan pengetahuan serta praktik pengelolaan air bersih. Peserta kegiatan adalah warga RT 07 RW 05 Kelurahan Sekaran yang berjumlah 27 orang. Metode transfer materi menggunakan ceramah dengan media X bener, modul dan leaflet.



Gambar 1. Kerangka Pemecahan Masalah

Pelaksanaan program terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. Analisis situasi dilakukan melalui observasi langsung ke lapangan serta wawancara dengan pengurus RT dan tokoh masyarakat. Selain itu, kuesioner dalam bentuk *Google Form* disebarakan kepada sejumlah warga untuk memperoleh gambaran kondisi masyarakat.
2. Sosialisasi program dan perumusan tim pelaksana dan badan pengawas yang

terdiri dari pengurus RT dan tokoh masyarakat untuk menjaga keberlanjutan program.

3. Pelaksanaan program meliputi kegiatan peningkatan pengetahuan (ceramah edukasi pengelolaan air bersih) dan praktik secara langsung (pemeriksaan kualitas air dan pembuatan *biosand filter*).
4. Monitoring dan evaluasi melalui kegiatan pendampingan oleh tim pengabdian untuk memastikan praktik penggunaan dan perawatan BSF berjalan baik.

Keberhasilan program diukur dengan peningkatan pengetahuan peserta yang dilihat melalui skor *pre-test* dan *post-test*, terbentuknya badan pengawas, jalannya praktik pembuatan dan penggunaan BSF, dan ketersediaan media edukasi yang mendukung keberlanjutan program.

IV. HASIL PEMBAHASAN

Hasil survei pada tahap analisis situasi terhadap 13 Kepala Keluarga (KK) menunjukkan bahwa:

TABEL I
HASIL SURVEI TAHAP ANALISIS SITUASI

Variabel	n	%
Sumber Air		
Sumur	0	0
PDAM	0	0
Artesis	13	100
Air Keruh		
Ya	8	61,5
Tidak	5	38,5
Terdapat Endapan		
Ya	10	76,9
Tidak	3	23,1
Bau		
Ya	8	61,5
Tidak	5	38,5
Berasa		
Ya	10	76,9
Tidak	3	23,1

Seluruh responden menggunakan air artesis untuk kebutuhan sehari-hari. Namun,

kondisi air artesis yang digunakan masih menunjukkan beberapa permasalahan. Sebanyak 61,5% responden menyatakan bahwa air tampak keruh. Sebanyak 76,9% responden menyatakan bahwa air mengandung endapan. Sebanyak 61,5% responden menyatakan bahwa air berbau. Sebanyak 76,9% responden menyatakan bahwa air memiliki rasa. Temuan ini mengindikasikan adanya kemungkinan kontaminan dalam air. Meski begitu, tidak dilakukan uji laboratorium untuk menilai kualitas air. Hal ini menjadi keterbatasan karena hasil kualitas air digambarkan melalui persepsi masyarakat, bukan uji lab.

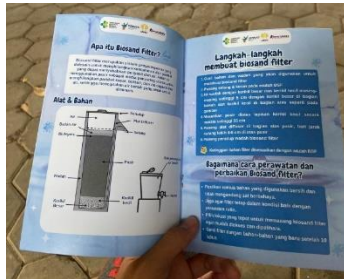


Gambar 2. Kondisi air bersih di RT 07 RW 05 Kelurahan Sekaran

Kegiatan inti pengabdian masyarakat dilaksanakan pada Minggu 22 September 2024 di serambi Masjid Al-Barokah Sekaran. Sebanyak 27 orang hadir dalam pelaksanaan tersebut. Setelah acara dibuka, peserta diminta untuk mengisi kuesioner *pre-test* guna mengukur tingkat pengetahuan sebelum transfer materi. Kegiatan dilanjutkan dengan edukasi pentingnya kualitas air bersih pada kehidupan sehari-hari. Materi edukasi difokuskan pada pentingnya air bersih, dampak kesehatan yang dapat muncul akibat penggunaan air yang tidak memenuhi standar, serta bagaimana cara mengelola air agar layak digunakan sehari-hari dengan BSF.



Gambar 3. Sesi edukasi



Gambar 4. Modul

Sebagai bagian dari intervensi, seperangkat alat *biosand filter* diserahkan kepada bapak H. Maftuhin, S.Pd selaku ketua RT 07 RW 05 Kelurahan Sekaran. Pemasangan alat tersebut dilakukan di tempat penampungan air Masjid Al-Barokah pada hari ke-2 pengabdian, tujuannya agar dapat dimanfaatkan secara luas oleh warga sekitar sebagai sumber air bersih bersama.



Gambar 5. Penyerahan seperangkat alat *biosand filter*

Kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan membuat *biosand filter* versi sederhana menggunakan bahan yang mudah ditemukan. Pelatihan ini bertujuan agar masyarakat mampu membuat dan menerapkan teknologi penyaringan air secara mandiri di rumah masing-masing. Kegiatan pengabdian hari pertama ditutup dengan pengisian kuesioner *post-test* oleh peserta guna mengukur tingkat pengetahuan pasca edukasi.

Terdapat 12 butir soal pilihan ganda untuk *pre-test* dan *post-test*. Topik pertanyaan yang diberikan meliputi pengetahuan dasar seputar air bersih, dampak kesehatan akibat air yang tidak layak, upaya pengelolaan air, dan pengenalan *biosand filter*.

TABEL III

HASIL ANALISIS DESKRIPTIF *PRE-TEST* DAN *POST-TEST*

Variabel	n	Min	Maks	Rata-rata
<i>Pre-test</i>	27	33	83	60,19
<i>Post-test</i>	27	58	100	79,26

Hasil analisis deskriptif (Tabel II), diketahui bahwa nilai rata-rata *pre-test* peserta adalah 60,19, sedangkan nilai rata-rata *post-test* meningkat menjadi 79,26. Peningkatan ini menunjukkan adanya perbedaan nilai pengetahuan sebelum dan sesudah pemberian edukasi.

TABEL IIIII

HASIL UJI NORMALITAS *PRE-TEST* DAN *POST-TEST*

Variabel	Shapiro Wilk		
	Statistic	df	Sig.
<i>Pre-test</i>	0,938	27	0,110
<i>Post-test</i>	0,931	27	0,073

Uji normalitas (Tabel III) menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Nilai signifikansi *pre-test* ($p=0,110>0,05$) dan *post-test* ($p=0,073>0,05$) memenuhi syarat uji parametrik.

TABEL IVV

HASIL UJI T BERPASANGAN *PRE-TEST* DAN *POST-TEST*

Variabel	Uji T Berpasangan (n=27)		
	Correlation	t hitung	p value
<i>Pre-test</i>	0,397	-7,597	0,000
<i>Post-test</i>			

Hasil uji t berpasangan (Tabel IV) menunjukkan nilai $p=0,000$ dan t hitung=-7,597 yang menandakan adanya perbedaan signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* peserta kegiatan pengabdian.

Pada 29 September 2024, kegiatan pengabdian masyarakat berlanjut dengan pemasangan seperangkat alat *biosand filter* di tempat penampungan air Masjid Al-Barokah. Sebelum pemasangan alat dilakukan, tim pengabdian melakukan pemeriksaan kondisi air. Hasil menunjukkan bahwa air berwarna kuning kecoklatan, keruh, dan terdapat endapan lumpur yang menggumpal, serupa dengan kondisi air di rumah warga.



Gambar 6. Pemeriksaan kondisi air di tempat penampungan air masjid

Kegiatan dilanjutkan dengan perakitan alat *biosand filter* dan pemasangan di sebelah tempat penampungan air. Teknologi ini menyaring air melalui 3 tahap. Partikel besar seperti kotoran, lumpur, pasir, dan debu akan disaring terlebih dahulu oleh *sediment filter* berupa kapas sintesis dan busa filter. Tahap kedua, air disaring dengan *cartridge filter* yang berisi pasir silika, *ferrolite*, dan *manganese* untuk menurunkan kadar besi (Fe). Tahap terakhir menggunakan GAC (*granular active carbon*) dari karbon aktif untuk menghilangkan bau, rasa, sisa klorin, dan bahan kimia organik. Harapannya, air yang keluar dari tempat penampungan dapat tersaring terlebih dahulu.

Efektivitas BSF dilihat dari air yang keluar setelah penyaringan. Secara organoleptik, air hasil saringan BSF tampak lebih baik daripada air sebelum disaring. Air menjadi lebih jernih, tidak ada endapan lumpur, dan tidak berbau. Meskipun begitu, diperlukan uji laboratorium lanjutan untuk memastikan kualitas air terlebih parameter kimia dan mikrobiologi.

Pelaksanaan praktik merakit dan memasang BSF sebagai langkah konservasi air bersih ini mendapat antusias tinggi dari

warga RT 07 RW 05 Kelurahan Sekaran.



Gambar 7. Seperangkat alat BSF yang dipasang di sebelah tempat penampungan air masjid



Gambar 8. Kondisi air wastafel depan masjid sebelum dan sesudah pemasangan alat *biosand filter*

Monitoring dan evaluasi dilakukan secara berkala untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas kegiatan. Tim pelaksana bersama badan pengawas melakukan monev pada tiga aspek utama. Pertama, monev badan pengawas dilakukan setiap tiga bulan sekali untuk menilai pelaksanaan tugas dan partisipasi aktif badan pengawas dalam memantau pelaksanaan program. Kedua, monev terhadap alat *biosand filter* yang dilaksanakan setiap bulan untuk mengevaluasi kondisi alat yang dipasang di tempat penampungan air masjid. Hal ini bertujuan untuk memeriksa kondisi alat yang telah dipasang, menilai kualitas air yang dihasilkan, dan memastikan perawatan alat secara berkala oleh badan pengawas. Ketiga, monev terhadap masyarakat yang dilakukan setiap enam bulan sekali guna menilai sejauh mana masyarakat mengadopsi teknologi BSF secara mandiri di rumah masing-masing. Tim melakukan observasi dan wawancara untuk mengetahui inisiatif warga dalam

mengelola air bersih dan menerapkan praktik konservasi air.

TABEL V
HASIL MONITORING DAN EVALUASI

Aspek	Periode	Hasil
Badan pengawas (3 bulan)	- Desember 2024	- Badan pengawas telah melakukan pengecekan hasil air yang keluar dari BSF
	- Maret 2025	- Badan pengawas telah mengecek kondisi alat BSF setiap bulan secara rutin
	- Juni 2025	- Badan pengawas telah melakukan perawatan alat BSF secara rutin
Alat BSF (setiap bulan)	- Oktober 2024	- Membersihkan komponen alat BSF secara rutin
	- November 2024	- Mengganti komponen BSF yang sudah tidak berfungsi
	- Desember 2024	- Memastikan alat BSF berfungsi dengan baik pasca perawatan
	- Januari 2025	
	- Februari 2025	
	- Maret 2025	
	- April 2025	
	- Mei 2025	
Masyarakat (6 bulan)	- Maret 2025	- Belum sepenuhnya mengadopsi teknologi BSF sederhana secara mandiri di rumah masing-masing.
		- Jamaah Masjid Al-Barokah telah menggunakan fasilitas air jernih hasil saringan BSF untuk keperluan wudhu dan toilet.

Hasil moneyv (Tabel V) menunjukkan bahwa program mendapat respons positif dari warga.

V. SIMPULAN

Pemberian edukasi dan pelatihan yang diberikan berkontribusi terhadap peningkatan pengetahuan peserta. Terdapat peningkatan rata-rata nilai pengetahuan peserta dari 60,19 pada *pre-test* menjadi 79,26 pada *post-test*. Hasil statistik uji t berpasangan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* ($p = 0,000$; $t = -7,597$).

Pemasangan alat *biosand filter* di tempat penampungan air masjid dan pelatihan pembuatan *biosand filter* sederhana mendorong partisipasi aktif warga dalam upaya konservasi air bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustika, D. K. (2015). *Pembuatan Dan Penyuluhan Biosand filter untuk Pengelolaan Air Bersih Di Kelurahan Giritontro, Kecamatan Giitontro, Kabupaten Wonogiri. Program Pengabdian kepada Masyarakat. UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.*
- Bagu, F. R. A., Lihawa, F., & Baderan, D. W. K. (2024). *Pengaruh Sumber Air Tidak Layak terhadap Tingkat Risiko Stunting di Provinsi Gorontalo.*
- CAWST. (2009). *Biosand filter manual design, construction, installation, operation and maintenance. Centre for Affordable Water and Sanitation Technology, September*, 129.
- Dewi, R. S., Kusuma, M. I., & Kurniawati, E. (2018). *Pengaruh Lama Kontak Arang Kayu Terhadap Penurunan Kadar Kesadahan Air Sumur Gali Di Paal Merah Ii Kota Jambi. Riset Informasi Kesehatan*, 7(1), 46. <https://doi.org/10.30644/rik.v7i1.125>
- Dinas Kesehatan Kota Semarang. (2023). *Analisis Situasi Stunting dan Upaya Percepatan Penurunan Stunting Kota Semarang*. 1–63.
- Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Jawa Tengah. (2023). *nilai-indeks-pencemar-kualitas-air-sungai-di-jawa-tengah-tahun-2023.*
- Dinkes Kota Semarang. (2021). *Profil Kesehatan Kota Semarang 2021. Dinas Kesehatan Kota Semarang*, 30.
- Dinkes Kota Semarang. (2022). *Profil Kesehatan Kota Semarang 2022. Dinas Kesehatan Kota Semarang*, 6(1), 1–6.

- Dinkes Kota Semarang. (2023). *Profil Kesehatan Kota Semarang 2023*.
- DPPA KLHK RI. (2023). Laporan Kinerja LKj Direktorat Pengendalian Pencemaran Air Tahun 2023. In *Direktorat Pengendalian Pencemaran Air* (Vol. 53). [https://tanamanpangan.pertanian.go.id/assets/front/uploads/document/LAKI_N_DJTP_2022_UPDATE_ATAP\(2\).pdf](https://tanamanpangan.pertanian.go.id/assets/front/uploads/document/LAKI_N_DJTP_2022_UPDATE_ATAP(2).pdf)
- Evana, & Achmad, D. V. N. (2018). Tingkat Kesadahan Air Sumur di Dusun Gelaran 01 Desa. *Fullerene Journal Of Chemistry*, 3(2), 75–79.
- Hariyanto. (2010). Pola Dan Intensitas Konversi Lahan Pertanian Di Kota Semarang Tahun 2000-2009. *Jurnal Geografi*, 7(1), 1–10.
- Hatifah, P., Anwar, A., & Risva. (2018). Faktor yang berhubungan dengan E.Coli di Sungai Karang Mumus. *Higiene*, 4(3), 159–168. [https://repository.unmul.ac.id/bitstream/handle/123456789/3736/Faktor yang berhubungan dengan E.Coli di Sungai Karang Mumus.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unmul.ac.id/bitstream/handle/123456789/3736/Faktor%20yang%20berhubungan%20dengan%20E.Coli%20di%20Sungai%20Karang%20Mumus.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lynn, T. J., Wanjugi, P., Harwood, V. J., & Ergas, S. J. (2013). Dynamic performance of biosand filters. *Journal - American Water Works Association*, 105(10), 71–72. <https://doi.org/10.5942/jawwa.2013.105.0116>
- Pramaningsih, V., Yuliawati, R., Sukisman, S., Hansen, H., Suhelmi, R., & Daramusseng, A. (2023). Indeks Kualitas Air dan Dampak terhadap Kesehatan Masyarakat Sekitar Sungai Karang Mumus, Samarinda. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 313–319. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.313-319>
- TATO, S. (2010). *Mengolah Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Filter Biogeokimia*. Dela Macca.
- Wulandari, D. A., Nasoetion, P., Letare, M., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, F., Malahayati, U., & Lampung, B. (2019). 1136-2409-1-Pb. 3, 42–45.