



Pengaruh Variasi Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar Fe Dalam Air Minum Menggunakan Media Arang Sekam Padi dan Ferrolite

Latifa Dian Cahyani^{1*}, Narto Narto¹, Ibnu Rois¹

¹Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta, Yogyakarta. Indonesia.

ARTIKEL INFO

Received July 30, 2024
Accepted September 29, 2024
Available online October 4, 2024

Keyword:

Rice husk charcoal; Ferrolite;
Fe content; Contact time

Kata kunci:

Arang sekam padi; Ferrolite;
Fe; Waktu kontak



Ruwa Jurai: Jurnal
Kesehatan Lingkungan is licensed
under a [Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

ABSTRACT

High iron (Fe) content in drinking water can be a health risk factor, especially for digestive disorders and lung function. The study aims to analyze the effect of contact time variations on reduction of Fe levels in water, using rice husk charcoal and ferrolite media. The study used a pre-test and post-test design, with three variations of contact time (15, 20, and 30 minutes) and three replications. This study used two media types: rice husk charcoal (50 cm) and ferrolite (30 cm). Meanwhile, the raw water used for the study was taken from residents' wells in Dukuh Sudimoro, Bantul, Yogyakarta. Measurement of Fe levels was carried out before and after treatment. All data were analyzed using a *Kruskal-Wallis* test to determine the difference in Fe levels before and after treatment, and *Wilcoxon Signed Ranks test* to determine the difference in Fe levels in each treatment. The results of the study showed a decrease in Fe levels in each experimental variation, sequentially by 74.3% (15 minutes), 79.50% (20 minutes), and 80.90% (25 minutes). The statistical analysis results significantly proved the difference in Fe levels before and after treatment ($P=0,008$). The study also proved the significant effect of contact time on the decrease in Fe levels ($P=0,027$). The most optimal decrease was at a contact time of 25 minutes, at 80.90% (from 3.40 mg/L to 0.67 mg/L). The study's results have proven that rice husk charcoal and ferrolite media can reduce Fe levels by up to 80.90% at a contact time of 25 minutes.

Kandungan besi (Fe) yang tinggi dalam air minum dapat menjadi faktor risiko kesehatan, terutama gangguan pencernaan, fungsi hati dan fungsi paru. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi waktu kontak terhadap penurunan kadar Fe dalam air, menggunakan media arang sekam padi dan *ferrolite*. Penelitian menggunakan rancangan *Pre-test Post-test Design*, pada tiga variasi waktu kontak (15, 20, dan 30 menit) dengan tiga kali pengulangan. Dua jenis media digunakan dalam penelitian ini, yaitu arang sekam padi (ketebalan 50 cm) dan *ferrolite* (ketebalan 30 cm). Sedangkan air baku yang digunakan untuk penelitian diambil dari sumur penduduk di Dukuh Sudimoro, Timbulharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta. Pengukuran kadar Fe dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan. Keseluruhan data dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis* untuk mengetahui perbedaan kadar Fe antara sebelum dan sesudah perlakuan, serta uji *Wilcoxon Signed Ranks* untuk mengetahui perbedaan kadar Fe pada setiap perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar Fe pada setiap variasi percobaan, secara berurutan sebesar 74,3% (15 menit), 79,50% (20 menit), dan 80,90% (25 menit). Hasil analisis statistik secara signifikan membuktikan perbedaan kadar Fe antara sebelum dan sesudah perlakuan ($P=0,008$). Penelitian juga membuktikan pengaruh signifikan waktu kontak terhadap penurunan kadar Fe ($P=0,027$). Penurunan paling optimal pada waktu kontak 25 menit, sebesar 80,90% (dari 3,40 mg/L menjadi 0,67 mg/L). Hasil penelitian telah membuktikan bahwa penggunaan media arang sekam padi dan *ferrolite* dapat menurunkan kadar Fe dalam air hingga 80,90%, pada waktu kontak selama 25 menit.

* Corresponding author: Latifa Dian Cahyani
Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.
Email: latifadica@gmail.com

1. Pendahuluan

Penyediaan air bersih merupakan masalah yang penting bagi kesehatan masyarakat, seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan industrialisasi (Yushananta & Ahyanti, 2022a). Menggunakan asumsi kebutuhan air 100 L/orang/hari (PUPR, 2007) dan prediksi jumlah penduduk (BPS Indonesia, 2018), maka kebutuhan air di Indonesia pada tahun 2045 sebanyak 11,64 GM³. Saat ini, sebagian besar (47,35%) rumah tangga di Indonesia masih menggunakan air tanah sebagai sumber air minum dan keperluan higiene sanitasi (Kemenkes RI, 2021b, 2021a).

Air minum yang sehat dan aman harus memenuhi persyaratan kualitas fisik, kimiawi, dan biologi (Kemenkes RI, 2023; Manurung et al., 2023; Rivai & Hermanto, 2019). Salah satu parameter kimia yang diatur dalam persyaratan kualitas air adalah kadar besi (Fe) terlarut. Fe termasuk dalam kelompok logam esensial yang dibutuhkan tubuh manusia dalam jumlah yang kecil. Namun, jika masuk ke dalam tubuh dalam jumlah dan konsentrasi tinggi maka akan bersifat toxic menjadi suatu toksik (Manurung et al., 2023). Menurut Kementerian Kesehatan RI (2023), batas maksimum Fe dalam air minum sebesar 0,2 mg/L.

Konsentrasi Fe yang tinggi dapat mengakibatkan gangguan bagi kehidupan manusia, seperti gangguan teknis, gangguan fisik, dan gangguan kesehatan (Mukrim et al., 2023). Secara fisik, air dengan kandungan Fe tinggi akan berwarna kuning, keruh, dan menimbulkan endapan berwarna merah kecokelatan pada penampungan air. Menurut Supriyantini & Endrawati (2018), kadar Fe dalam dosis tinggi yang masuk ke dalam tubuh akan merusak saluran pencernaan, jantung, dan organ lainnya, serta dapat menyebabkan kematian. Selain itu, akumulasi Fe pada tubuh akan menjadi faktor risiko kanker hati dan jantung.

Beberapa cara untuk menurunkan kadar Fe dalam air, seperti aerasi, filtrasi, dan adsorpsi (Manurung et al., 2023). Namun, metode filtrasi dan adsorpsi merupakan cara yang paling sering dilakukan untuk menurunkan kadar Fe pada air. Material berpori yang dapat digunakan sebagai media filtrasi yaitu arang sekam padi dan *ferrolite*. Sekam padi mengandung beberapa unsur kimia, salah satunya adalah karbon aktif. Arang sekam

padi dengan ketebalan 50 cm dapat menurunkan kadar Fe dalam air sebesar 90,75% (Adeko & Mualim, 2020). Sedangkan *Ferrolite* merupakan jenis mineral yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar Fe karena dapat mengoksidasi Fe yang larut menjadi tidak larut sehingga dapat dipisahkan dengan filtrasi (Purwoto & Sutrisno, 2016). Menurut Patmawati (2022), *ferrolite* dengan ketebalan 30 cm dapat menurunkan kadar Fe sebesar 94,66%.

Pada pengolahan air dengan metode adsorpsi dan filtrasi, maka variabel penting yang harus diperhatikan adalah waktu kontak (Mastian et al., 2022). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu kontak terhadap penurunan kadar Fe, menggunakan media arang sekam padi dan *ferrolite*.

2. Metode

Penelitian ini merupakan *Quasi Experimental*, menggunakan rancangan *Pretest-Posttest*, dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2023. Percobaan dilakukan pada tiga variasi waktu kontak (15, 20, dan 25 menit), dengan tiga kali pengulangan pada setiap variasi waktu kontak. Media yang digunakan adalah *ferrolite* (ketebalan 30 cm) dan arang sekam padi (ketebalan 50 cm). Sedangkan air baku diambil dari sumur milik penduduk di Dukuh Sudimoro, Timbulharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta.

Percobaan dilakukan dengan sistem kontinyu, menggunakan 100 liter air baku pada setiap percobaan. Pengaturan debit air dilakukan untuk mendapatkan waktu kontak yang ditetapkan, yaitu 400 ml/menit (waktu kontak 15 menit), 540 ml/menit (waktu kontak 20 menit), dan 680 ml/menit (waktu kontak 25 menit). Pergantian media dilakukan pada setiap pengulangan perlakuan.

Pengambilan sampel dilakukan tepat pada setiap waktu kontak (menggunakan *stopwatch*), selanjutnya diukur kadar Fe menggunakan *HANNA Iron Checker Colorimeter*. Pengukuran kadar Fe juga dilakukan pada air baku, setiap sebelum perlakuan. Keseluruhan data yang diperoleh diolah dan dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik (SPSS 24.0). Teknik analisis statistik yang digunakan adalah uji *Wilcoxon Signed Ranks* untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar Fe sebelum dan sesudah perlakuan, serta uji *Kruskal-*

Wallis untuk mendapatkan perbedaan penurunan kadar Fe pada variasi waktu kontak. Keseluruhan analisis dilakukan pada tingkat kepercayaan 95%.

3. Hasil

Hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan penurunan kadar Fe pada setiap perlakuan (waktu kontak). Pada waktu kontak 15 menit, rerata penurunan kadar Fe sebesar 2,01 mg/L atau

74,30% (dari 2,71 mg/L menjadi 0,70 mg/L). Rerata penurunan kadar Fe pada waktu kontak 20 menit sebesar 2,22 mg/L (dari 2,82 mg/L menjadi 0,60 mg/L) atau 79,50%. Sedangkan rerata penurunan kadar Fe pada waktu kontak 25 menit sebesar 2,73 mg/L (dari 3,40 mg/L menjadi 0,67 mg/L). Pada Tabel 1 juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak, maka semakin besar persentase penurunan kadar Fe.

Tabel 1. Penurunan Fe berdasarkan waktu kontak

Waktu kontak (menit)	Pengulangan	Kadar Fe (mg/L)		Selisih (mg/L)	Penurunan (%)
		Pre	Post		
15	1	2,73	0,74	1,99	72,90
	2	2,84	0,86	1,98	69,70
	3	2,57	0,50	2,07	80,50
	Rerata	2,71	0,70	2,01	74,30
20	1	2,83	0,69	2,14	75,60
	2	2,55	0,20	2,35	92,20
	3	3,07	0,90	2,17	70,70
	Rerata	2,82	0,60	2,22	79,50
25	1	2,81	0,40	2,41	85,80
	2	3,60	0,75	2,85	79,20
	3	3,77	0,84	2,93	77,70
	Rerata	3,40	0,67	2,73	80,90

Selisih= nilai *post* – nilai *pre*; Penurunan= (selisih/*pre*) x 100%

Uji *Wilcoxon Signed Ranks* diterapkan untuk mendapatkan perbedaan yang valid kadar Fe antara sebelum dan sesudah perlakuan (CL= 95%).

Hasil analisis (Tabel 2) menunjukkan perbedaan kadar Fe yang signifikan antara sebelum dan sesudah perlakuan (Z= -2,666; P= 0,008).

Tabel 2. Hasil uji *Wilcoxon Signed Ranks*

Pre-Post	Mean ranks	Sum of ranks	Z	P-value
Negative rank	5,00	45,00	-2,666	0,008
Positive rank	0	0		

Uji *Kruskal-Wallis* dilakukan untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar Fe berdasarkan waktu kontak (CL= 95%). Hasil analisis statistik (Tabel 3) menunjukkan perbedaan valid penurunan kadar Fe

berdasarkan waktu kontak (P= 0,027). Hasil ini juga menjelaskan pengaruh waktu kontak terhadap penurunan kadar Fe

Tabel 3. Hasil uji *Kruskal-Wallis*

Waktu kontak (menit)	N	Mean ranks	Chi square	df	P-value
15	3	2,00	72,00	2	0,027
20	3	5,00			
25	3	8,00			

4. Pembahasan

Air merupakan salah satu kebutuhan esensial bagi kehidupan makhluk hidup dan berperan penting untuk memajukan kesejahteraan umum (Yushananta & Ahyanti, 2022b; Zaman et al., 2023). Masalah lingkungan yang berkaitan dengan air menjadi salah satu tantangan bagi masyarakat, terutama penurunan kualitas air akibat pencemaran limbah industri, pertanian, domestik, dan lain-lain (Sutrisno et al., 2024; Yushananta & Ahyanti, 2022a).

Fe yang berada dalam air dapat bersifat terlarut sebagai ferro dan ferri, bersifat tersuspensi sebagai butiran koloidal (Febrina & Ayuna, 2015). Fe merupakan logam esensial yang dibutuhkan tubuh manusia dalam jumlah kecil. Dalam jumlah besar, Fe dapat merusak saluran pencernaan dan menjadi faktor risiko kanker hati dan jantung (Manurung et al., 2023; Mukrim et al., 2023; Supriyantini & Endrawati, 2018).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang sekam padi dan *ferrolite* mampu menurunkan kadar Fe dalam air hingga 80,90%, dengan waktu kontak selama 25 menit. Hasil penelitian ini sejalan dengan Adeko & Mualim (2020), bahwa penggunaan sekam padi dan kulit kapuk (ketebalan 50 cm) mampu menurunkan kadar Fe dalam air hingga 90,75 %. Demikian pula penelitian Riskawati et al. (2019), bahwa penggunaan arang sekam padi dapat menurunkan kadar Fe air dari 1,81 mg/L menjadi 0,30 mg/L. Arang sekam padi mengandung arang yang bersifat adsorben (penyerap), sehingga dapat menurunkan kadar Fe (Adeko & Mualim, 2020). Sekam padi juga mengandung *lignin* dan *silicon dioksida* sehingga mampu melakukan penyerapan (Aini et al., 2020). Arang berasal dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan suhu tinggi (Riskawati dkk., 2019).

Penggunaan *ferrolite* untuk menurunkan kadar Fe juga dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Menurut Fatimura & Masriatini (2019), penggunaan kombinasi *ferrolite*, pasir silika, arang aktif dapat menurunkan kadar Fe hingga 93,01% (dari 4,58 mg/l menjadi 0,32 mg/L). Sedangkan Purwoto & Sutrisno (2016) menggunakan kombinasi *ferrolite*, *manganese zeolite*, dan *ion exchange* untuk menurunkan kadar Fe dari 2,54 mg/L menjadi 0,12 mg/L. Hasil

penelitian Mulyono et al. (2020) menyebutkan bahwa penggunaan *ferrolite* dapat menurunkan kadar Fe air hingga 97,0% (dari 3,95 mg/L menjadi 0,10 mg/L).

Ferrolite merupakan media berpori yang mampu menyerap partikel yang terdapat dalam air, serta dapat menghilangkan bau menyengat dan warna kuning akibat kandungan Fe dan Mn yang tinggi. *Ferrolite* memiliki luas permukaan yang lebih baik dibandingkan dengan resin sehingga sangat kuat dalam mengikat unsur Fe dalam air (Mulyono et al., 2020). *Ferrolite* juga dapat menukar elektron sehingga Fe yang larut dalam air akan teroksidasi menjadi Fe yang tidak larut, sehingga dapat dipisahkan dengan proses filtrasi (Fatimura & Masriatini, 2019).

Tabel 3 menunjukkan pengaruh signifikan variasi waktu kontak terhadap penurunan kadar Fe ($P = 0,027$). Penurunan paling optimal (Tabel 1) diperoleh dengan waktu kontak selama 25 menit, sebesar 80,90% (dari 3,40 mg/L menjadi 0,67 mg/L). Hasil penelitian ini sejalan dengan Lim et al. (2012) yang menyebutkan bahwa waktu kontak yang cukup sangat diperlukan agar proses adsorpsi unsur logam terjadi secara maksimal. Demikian pula Adeko & Mualim (2020), juga menyimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak, maka semakin besar efek penurunan kadar Fe air. Menurut (Manurung et al., 2023), jika waktu kontak yang diberikan terlalu cepat maka waktu untuk adsorben berinteraksi adsorbat akan berkurang, sehingga penurunan Fe menjadi kecil.

Walaupun penelitian telah mampu menurunkan kadar Fe air baku hingga 80,90% (dari 3,40 mg/L menjadi 0,67 mg/L), namun masih melebihi batas maksimum yang diperbolehkan. Menurut Kemenkes RI (2023), batas maksimum kadar Fe terlarut pada air minum dan air untuk keperluan higiene sanitasi sebesar 0,2 mg/L. Penelitian selanjutnya disarankan untuk meningkatkan ketebalan media, meningkatkan waktu kontak, melakukan kombinasi media, dan kombinasi metode pengolahan.

Pada penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan. Pertama, proses aerasi yang dapat menurunkan kadar Fe dalam air. Menurut Sri Hastutiningrum, Purnawan (2015), proses aerasi (penambahan oksigen ke dalam air) dapat menimbulkan reaksi oksidasi Fe yang menghasilkan endapan $Fe(OH)_3$, sehingga kadar Fe

dalam air akan berkurang. Beberapa upaya dilakukan untuk mengendalikan aerasi, antara lain membuat reaktor tertutup, pengaliran air baku melalui dinding pipa reaktor, serta pengambilan sampel dialirkan melalui dinding botol sampel. Kedua, jumlah sampel yang relatif kecil akibat keterbatasan sumber daya. Untuk itu, analisis data dilakukan dengan metode *nonparametric*.

5. Simpulan

Penelitian telah membuktikan pengaruh signifikan waktu kontak terhadap penurunan kadar Fe dalam air ($P < 0,05$), menggunakan media arang sekam padi dan *ferrolite*. Penurunan kadar Fe berdasarkan waktu kontak sebesar 74,30% (15 menit), 79,50% (20 menit), dan 80,90% (25 menit). Waktu kontak selama 25 menit menjadi waktu paling optimal dalam penurunan kadar Fe.

Daftar pustaka

- Adeko, R., & Mualim, M. (2020). Kombinasi Limbah Sekam Padi dan Limbah Kulit Kapuk Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) di Sumur Gali Warga Rawa Makmur Kota Bengkulu. *Journal of Nursing and Public Health*, 8(1), 97–103. <https://doi.org/10.37676/jnph.v8i1.1018>
- Aini, S. N., Triyantoro, B., & Abdullah, S. (2020). Pengaruh Variasi Berat Arang Sekam Padi Sebagai Media Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air di Banyumas. *Buletin Keslingmas*, 39(1), 31–39. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v39i1.4619>
- BPS Indonesia. (2018). *Indonesia Population Projection 2015-2045*.
- Fatimura, M., & Masriatini, R. (2019). Penghilangan Kandungan Besi Air Sumur Dengan Media Ferrolite Pada Filter Air Sistem Backwash. *Seminar Nasional Hari Air Dunia 2019*, 58–65. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/semnashas/article/viewFile/1379/762>
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2015). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 36–44. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/jurtek.7.1.35-44>
- Kemenkes RI. (2021a). *Hasil SKAM RT sebagai Baseline Data Kualitas Air Minum Aman*. Badan Litbangkes Kementerian Kesehatan RI. <https://www.litbang.kemkes.go.id/hasil-skam-rt-sebagai-baseline-data-kualitas-air-minum-aman/>
- Kemenkes RI. (2021b). Profile Kesehatan Indonesia 2020. In *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kemenkes RI. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Kesehatan Lingkungan*.
- Lim, H. K., Teng, T. T., Ibrahim, M. H., Ahmad, A., & Chee, H. T. (2012). Adsorption and Removal of Zinc (II) from Aqueous Solution Using Powdered Fish Bones. *APCBEE Procedia*, 1(January), 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.03.017>
- Manurung, M. N., Fikri, A., Murwanto, B., & Yushananta, P. (2023). Kinerja Beberapa Varian Kulit Pisang Jenis Lokal Terhadap Reduksi Besi (Fe) Dalam Air. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 17(1), 1. <https://doi.org/10.26630/rj.v17i1.3707>
- Mastian, S. A., Apriani, I., & Kadaria, U. (2022). Pengaruh Waktu Kotak Proses Adsorpsi dan Filtrasi Terhadap Perubahan Konsentrasi Besi, Warna, dan pH Pada Air Sumur. *Rekayasa Lingkungan Tropis*, 3(1), 75–82. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jurlis/article/view/30708>
- Mukrim, M. I., Simarmata, M. M., Soputra, D., Fauzia, A., Mohamad, E., Tangio, J. S., Azis, A., Rustan, F. R., Saidah, H., Nugroho, S. A., Rois, I., & Siagian, P. (2023). *Teknik Penyediaan Air Minum (PAM)* (R. Watrianthos (ed.)). Yayasan Kita Menulis.
- Mulyono, S., Mulyan, W., & Kriswandana, F. (2020). Efektifitas Media Penukar Ion Zeolit Dan Ferolit Dalam Menurunkan Kadar Fe Air Sumur. *Suara Forikes: Jurnal Penelitian Kesehatan*, 11, 95–100. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33846/sf11nk416>
- Patmawati, Y. W. (2022). Variasi Ketebalan Media Filtrasi Pasir Ferrolite Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Air Bersih [Politeknik Kesehatan Yogyakarta]. In *Poltekkes Kemenkes Yogyakarta*. <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/9592/>
- PUPR. (2007). *Pengembangan SPAM Sederhana* (1st ed.). Ditjend Cipta Karya Kemeterian PUPR.
- Purwoto, S. P., & Sutrisno, J. (2016). Pengolahan Air Tanah Berbasis Treatment Ferrolite, Manganese Zeolite, dan Ion Exchange. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 14(2), 21–31. <https://doi.org/10.36456/waktu.v14i2.134>
- Riskawati, R., Amir, R., & Muin, H. (2019). Efektivitas Arang Sekam Padi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Bor di Desa Padangloang Kabupaten Pinrang. *Jurnal Ilmiah Manusia Dan*

- Kesehatan*, 2(1), 156–163.
<https://doi.org/10.31850/makes.v2i1.132>
- Rivai, A., & Hermanto, A. (2019). Efektivitas Metode Cascade Aerasi dan Kombinasi Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 17(1), 89.
<https://doi.org/10.32382/sulolipu.v18i1.724>
- Sri Hastutiningrum, Purnawan, E. N. (2015). Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah dengan Metode Aerasi Conventional Cascade dan Aerasi Vertical Buffle Channel Cascade. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*, 1–6.
<http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kejuangan/article/view/406>
- Supriyantini, E., & Endrawati, H. (2018). Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Tropical Marine Journal*, 18(1), 133–140.
<https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jmr.v7i2.25902>
- Sutrisno, E., Mangka, A., Rustan, F. R., Saidah, H., Iswahyudi, Rahmawati, Rois, I., Affandy, N. A., & Andre, H. (2024). *Hidroklimatologi* (A. Karim (ed.)). Yayasan Kita Menulis.
- Yushananta, P., & Ahyanti, M. (2022a). Utilization of Banana Pith Starch From Agricultural Waste As A Cationic Coagulant. *Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 7(1), 165–172.
<https://doi.org/10.30604/jika.v7i1.856>
- Yushananta, P., & Ahyanti, M. (2022b). Novel Copolymer Cationic from Agroindustrial Waste using Microwave. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(E), 458–464.
<https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.8126>
- Zaman, N., Nasution, N. H., Iswahyudi, Susilawaty, A., Sitorus, E., Mohamad, E., Rodhiyah, Z., Syam, A. A., Murtini, S., Rois, I., Tangio, J. S., Rudiansyah, & Haryanti, S. (2023). *Manajemen Kualitas Air* (A. Karim (ed.)). Yayasan Kita Menulis.