

PENGARUH VARIASI UKURAN MEDIA ARANG AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP PENURUNAN KADAR BESI DAN KEKERUHAN PADA AIR SUMUR

Fajar Mavira Sani, Haryono, Ibnu Rois*, Tri Mulyaningsih
Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
ibnu.rois@poltekkesjogja.ac.id

Abstract: Water is a fundamental necessity for human life and is required to comply with both quality and quantity standards. Excessive iron (Fe) content and turbidity can negatively impact life. An alternative effort to reduce Fe and turbidity levels exceeding quality standards is filtration using palm shell activated carbon. This study aims to investigate the effect of varying particle sizes of activated carbon made from oil palm shell on the reduction of iron (Fe) content and turbidity in well water. This study employed a quasi-experimental design with a Pre-Test – Post-Test Without Control Group. The research object was well, located in Ngumbul, Tamanan, Bantul. Three variations of palm shell activated carbon media were used: Filter A: 1 cm, Filter B: 0.5 cm, Filter C: 0.2 cm, each with three repetitions per variation, which was then followed by inferential analysis. Descriptive analysis showed reductions in Fe and turbidity as follows: Filter A – Fe 1.22 mg/L and turbidity 43.97 NTU, Filter B – Fe 1.15 mg/L and turbidity 38.22 NTU, Filter C – Fe 1.27 mg/L and turbidity 43.97 NTU. The result of the One-Way ANOVA test showed that there was no significant effect of the variation in the particle size of activated carbon made from oil palm shell on the reduction of iron content and turbidity. Palm shell activated carbon is effective in reducing iron (Fe) content and turbidity in well water.

Keywords: Activated carbon, Iron (Fe), Palm shell, Particle size, Turbidity

Abstrak: Air merupakan kebutuhan fundamental bagi manusia. Air harus memenuhi persyaratan kualitas dan kuantitas. Kadar besi dan kekeruhan yang melebihi baku mutu akan berdampak negatif bagi kehidupan. Upaya alternatif dalam penurunan kadar besi (Fe) dan kekeruhan yang melebihi baku mutu yakni menggunakan metode filtrasi menggunakan arang aktif cangkang kelapa sawit. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui variasi ukuran media arang aktif cangkang kelapa sawit terhadap penurunan kadar besi (Fe) dan kekeruhan pada air sumur. Penelitian *Quasi Experiment* dengan desain *Pretest – Posttest Without Control Group*. Objek penelitian ini adalah air sumur yang berlokasi di Dusun Ngumbul, Tamanan, Bantul. Terdapat tiga variasi ukuran media arang aktif cangkang kelapa sawit, yaitu filter A: 1 cm, filter B: 0,5cm, filter C: 0,2 cm dengan masing-masing mendapat tiga pengulangan untuk setiap variasinya, yang kemudian dilanjutkan dengan analisis inferensial. Secara deskriptif menunjukkan penurunan Fe dan kekeruhan pada filter A - Fe 1,22 mg/L dan kekeruhan 43,97 NTU, filter B - Fe 1,15 mg/L dan kekeruhan 38,22 NTU, filter C Fe

1,27 mg/L dan kekeruhan 43,97 NTU. Hasil dari uji *One Way Anova* bahwa tidak ada pengaruh variasi ukuran arang aktif cangkang kelapa sawit terhadap penurunan kadar Fe dan kekeruhan. Arang aktif cangkang kelapa sawit mampu menurunkan kadar besi (Fe) dan kekeruhan pada air sumur.

Kata Kunci: Arang aktif, Cangkang kelapa sawit, Besi (Fe), Kekeruhan

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar bagi seluruh makhluk hidup, sumber energi, dan penunjang kehidupan. Peningkatan populasi dan taraf hidup menyebabkan kebutuhan air terus meningkat, sehingga diperlukan pengelolaan yang baik dan bijaksana agar tidak menimbulkan dampak negatif (Zaman et al., 2023).

Sumur menjadi sumber utama air bersih bagi masyarakat di Indonesia, namun demikian kualitas air sumur masih memiliki masalah kandungan kadar besi dan kekeruhan yang melebihi baku mutu. Konsumsi air yang mengandung kadar besi dalam dosis tinggi menimbulkan efek toksik dalam tubuh (Joko, 2010). Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 menetapkan batas maksimum kadar besi (Fe) dalam air bersih sebesar 0,2 mg/L dan batas kekeruhan < 3 NTU.

Data nasional dari Survei Kualitas Air Minum Rumah Tangga tahun 2024, diketahui bahwa persentase kualitas air minum yang memenuhi standar aman di Kabupaten Bantul sebesar 63,6% untuk parameter besi (Fe) dan 65,7% untuk parameter kekeruhan (Direktorat Penyehatan Lingkungan, 2024).

Proses filtrasi merupakan salah satu metode yang efektif untuk menurunkan kadar Fe dan kekeruhan

air (Mukrim et al., 2023). Cangkang kelapa sawit berpotensi dijadikan arang aktif, mengingat Indonesia sebagai produsen minyak sawit terbesar di dunia dengan luas perkebunan mencapai 5,45 juta hektar dan produksi 11,78 juta ton. Tingginya produksi tersebut menghasilkan limbah padat sebesar 35–40% dan limbah cair 60–65% dari total produksi (Farzan, 2022).

Cangkang kelapa sawit dipilih karena merupakan limbah yang melimpah, mudah diolah menjadi arang aktif yang efektif sebagai media adsorben, sehingga lebih potensial dan berkelanjutan dibandingkan bahan lain. Berdasarkan latar belakang tersebut, studi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran arang aktif dari cangkang kelapa sawit terhadap penurunan kadar besi (Fe) dan kekeruhan pada air sumur.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan *Quasi Experiment* dengan rancangan *Pretest-Posttest Design* yang menggunakan tiga variasi ukuran arang aktif cangkang kelapa sawit, yaitu: Filter A (ukuran 1 cm), Filter B (ukuran 0,5 cm), dan Filter C (ukuran 0,2 cm). Variasi ukuran tersebut dipilih karena praktis untuk dibuat dan diaplikasikan di lapangan, serta

belum terdapat penelitian sebelumnya yang secara khusus menguji efektivitas variasi ukuran tersebut. Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

Cangkang kelapa sawit yang sudah bersih dilakukan proses karbonasi dan diaktivasi menggunakan asam fosfat (H_3PO_4) selama 16 jam. Objek penelitian adalah air sumur di Dusun Ngumbul, Tamanan, Bantul. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta pada 28 Juli 2025 dengan metode spektrofotometri dan *in-house method*. Data dianalisis secara deskriptif dan inferensial.

HASIL

Hasil ini menyajikan temuan penelitian mengenai perubahan kadar besi (Fe), kekeruhan, dan pH air sumur sebelum dan sesudah dilakukan proses filtrasi menggunakan media arang aktif cangkang kelapa sawit dengan variasi ukuran partikel.

Kadar Fe

Tabel 1. Kadar Fe Sebelum dan Sesudah dilakukan Filtrasi Menggunakan Filter A

Ulangan	Kadar Fe (mg/L)		Selisih	%
	Pre	Post		
1	1,19	0,47	0,72	60,50
2	2,11	0,54	1,57	74,41
3	1,86	0,48	1,38	74,19
Σ	5,16	1,49	3,67	
\bar{X}	1,72	0,50	1,22	71,12

Berdasarkan tabel 1 diketahui rata-rata kadar Fe sebelum dilakukan filtrasi sebesar 1,72 mg/L dan rata-

rata kadar Fe setelah dilakukan filtrasi menjadi 0,50 mg/L. Dengan rata-rata selisih 1,22 mg/L (71,12 %).

Tabel 2. Kadar Fe Sebelum dan Sesudah dilakukan Filtrasi Menggunakan Filter B

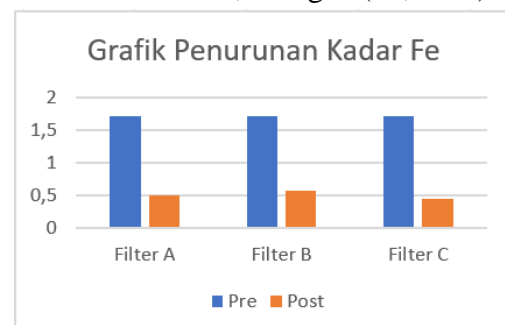
Ulangan	Kadar Fe (mg/L)		Selisih	%
	Pre	Post		
1	1,19	0,53	0,66	55,46
2	2,11	0,55	1,56	73,93
3	1,86	0,62	1,24	66,67
Σ	5,16	1,70	3,46	
\bar{X}	1,72	0,57	1,15	67,05

Berdasarkan tabel 2 diketahui rata-rata kadar Fe sebelum dilakukan filtrasi sebesar 1,72 mg/L dan rata-rata kadar Fe setelah dilakukan filtrasi menjadi 0,57 mg/L. Dengan rata-rata selisih 1,15 mg/L (67,05 %).

Tabel 3. Kadar Fe Sebelum dan Sesudah dilakukan Filtrasi Menggunakan Filter C

Ulangan	Kadar Fe (mg/L)		Selisih	%
	Pre	Post		
1	1,19	0,41	0,78	65,55
2	2,11	0,47	1,64	77,73
3	1,86	0,47	1,39	74,73
Σ	5,16	1,35	3,81	
\bar{X}	1,72	0,45	1,27	73,84

Berdasarkan tabel 3 diketahui rata-rata kadar Fe sebelum dilakukan filtrasi sebesar 1,72 mg/L dan rata-rata kadar Fe setelah dilakukan filtrasi menjadi 0,45 mg/L. Dengan rata-rata selisih 1,27 mg/L (73,84 %).



Gambar 1. Grafik Penurunan Kadar Fe

Kadar Kekeruhan

Tabel 4. Kadar Kekeruhan Sebelum dan Sesudah dilakukan Filtrasi Menggunakan Filter A

Ulangan	Kadar Kekeruhan (NTU)		Selisih	%
	Pre	Post		
	1	32,20		
2	50,80	0,00	50,80	100
3	48,90	0,00	48,90	100
Σ	131,90	0,00	131,90	
X	43,97	0,00	43,97	100

Tabel 5. Kadar Kekeruhan Sebelum dan Sesudah dilakukan Filtrasi Menggunakan Filter B

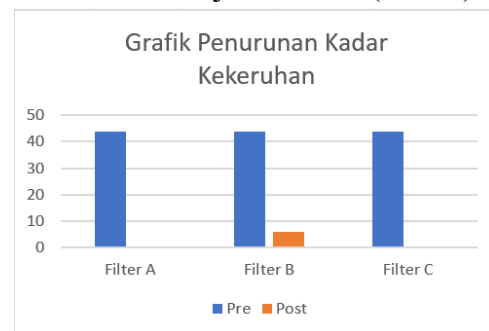
Ulangan	Kadar Kekeruhan (NTU)		Selisih	%
	Pre	Post		
	1	32,20		
2	50,80	4,69	46,11	90,77
3	48,90	12,56	36,34	74,31
Σ	131,90	17,25	114,65	
X	43,97	5,75	38,22	86,92

Tabel 6. Kadar Kekeruhan Sebelum dan Sesudah dilakukan Filtrasi Menggunakan Filter C

Ulangan	Kadar Kekeruhan (NTU)		Selisih	%
	Pre	Post		
	1	32,20		
2	50,80	0,00	50,80	100
3	48,90	0,00	48,90	100
Σ	131,90	0,00	131,90	
X	43,97	0,00	43,97	100

Pada tabel 4 diketahui rata-rata kadar kekeruhan sebelum dilakukan filtrasi 43,97 NTU dan rata-rata kadar Kekeruhan setelah dilakukan filtrasi menjadi 0 NTU (100%). Tabel 5 diketahui rata-rata kadar kekeruhan sebelum dilakukan filtrasi

sebesar 43,97 NTU dan rata-rata kadar Kekeruhan setelah dilakukan filtrasi menjadi 5,75 NTU, Dengan selisih 38,22 NTU (88,92%). Berdasarkan 6 diketahui rata-rata kadar kekeruhan sebelum dilakukan filtrasi sebesar 43,97 NTU dan rata-rata kadar kekeruhan setelah dilakukan filtrasi menjadi 0 NTU (100 %).



Gambar 2. Grafik Penurunan Kadar Kekeruhan

Hasil Pengukuran pH

Rata-rata pH air pada tahap *pre-test* adalah 6,32, sedangkan setelah perlakuan menunjukkan peningkatan menjadi 6,54 pada filter A, 6,55 pada filter B, dan 6,57 pada filter C.

Uji Normalitas

Hasil uji normalitas dengan menggunakan uji Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data kadar besi dan kekeruhan pada seluruh perlakuan berdistribusi normal. Nilai signifikansi kadar besi pada filter A sebesar 0,410, filter B sebesar 0,684, dan filter C sebesar 0,547. Sementara itu, nilai signifikansi kekeruhan pada filter A sebesar 0,178, filter B sebesar 0,526, dan filter C sebesar 0,178. Karena seluruh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka data dinyatakan berdistribusi normal.

Uji Paired Sample T-Test

Hasil uji *Paired Sample T-Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kadar besi (Fe) dan kekeruhan air sebelum dan sesudah perlakuan pada seluruh variasi ukuran media filtrasi. Nilai signifikansi kadar besi masing-masing adalah 0,042 untuk filter A, 0,048 untuk filter B, dan 0,038 untuk filter C. Sementara itu, nilai signifikansi kekeruhan adalah 0,018 untuk filter A, 0,011 untuk filter B, dan 0,018 untuk filter C. Karena seluruh nilai signifikansi lebih kecil dari $\alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa filtrasi menggunakan arang aktif cangkang kelapa sawit dengan berbagai ukuran berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar besi dan kekeruhan air sumur.

Uji Homogenitas

Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa data kadar besi (Fe) dan kekeruhan berdistribusi homogen dengan nilai signifikansi masing-masing 0,998 dan 0,587 ($>0,05$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ketiga perlakuan (Filter A, Filter B, dan Filter C) memenuhi asumsi homogenitas sebagai syarat untuk dilakukan uji *One Way ANOVA*.

Uji One Way ANOVA

Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa variasi ukuran arang aktif cangkang kelapa sawit tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar

besi (Fe) dan kekeruhan air. Nilai signifikansi untuk parameter Fe sebesar 0,950 dan untuk kekeruhan sebesar 0,699, yang keduanya lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan ukuran media filtrasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap efektivitas penurunan kadar besi dan kekeruhan air sumur.

PEMBAHASAN

Penurunan kadar Fe pada air dengan filtrasi menggunakan arang aktif cangkang kelapa sawit berlangsung melalui tiga mekanisme, yaitu adsorpsi, absorpsi, dan filtrasi. Di antara ketiganya, mekanisme adsorpsi menjadi faktor dominan yang berperan menurunkan kadar Fe dan kekeruhan (Bansal, R. C 2005).

Arang aktif cangkang kelapa sawit memiliki pori-pori dan luas permukaan yang besar, sehingga mampu menyerap ion logam melalui mekanisme adsorpsi, sementara proses absorpsi memungkinkan penyerapan ion ke dalam struktur internal arang. Nilai daya serap iod arang aktif hasil aktivasi menggunakan H_3PO_4 mencapai 830,66 mg/g. Nilai tersebut menunjukkan kualitas arang aktif yang sangat baik, sehingga efektif dalam mengadsorpsi ion besi baik dalam bentuk ferro (Fe^{2+}) maupun feri (Fe^{3+}). Kadar air sebesar 10,51% menunjukkan bahwa arang aktif memiliki kestabilan yang cukup baik, sehingga kinerjanya dalam proses filtrasi tetap terjaga. Semakin

rendah kadar air pada arang aktif, maka semakin baik kualitasnya karena berpengaruh terhadap peningkatan daya serap arang aktif (Pari et al., 1996).

Proses filtrasi juga berperan secara mekanis dengan menahan partikel-partikel besi terlarut maupun endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang terbentuk akibat perubahan kondisi di sekitar media filter. Hal ini juga sejalan dengan penelitian (Wairokpam et al., 2021), yang menunjukkan bahwa karbon aktif mampu menghilangkan Fe^{2+} melalui kombinasi mekanisme adsorpsi kimia, adsorpsi fisik, serta filtrasi mekanis. Dalam penelitiannya, pengujian dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hasil SEM setelah proses adsorpsi juga mengkonfirmasi adanya penyerapan Fe^{2+} pada permukaan karbon aktif, yang memperkuat bukti peran mekanisme tersebut dalam menurunkan konsentrasi Fe^{2+} . Di samping itu, penurunan kekeruhan terjadi karena struktur berpori arang aktif berfungsi sebagai penyaring mekanis, sehingga partikel tersuspensi, lumpur halus, koloid, maupun zat organik penyebab keruh dapat terperangkap di dalam celah-celah pori.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Najmia et al., 2021), menggunakan metode *Scanning Electron Microscope* (SEM) diketahui bahwa arang tanpa aktivasi masih mengandung partikel yang menempel dan permukaan yang tidak bersih, sedangkan arang yang diaktivasi

dengan H_3PO_4 5% memiliki permukaan lebih kosong, pori-pori terbuka, dan morfologi yang lebih bersih. Kondisi tersebut menjadikan arang aktif hasil aktivasi memiliki luas permukaan dan pori yang lebih optimal. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arang aktif cangkang kelapa sawit mampu menurunkan kadar besi (Fe) dalam air sebesar 89,7% dengan massa 30 gram arang aktif terhadap 500 ml sampel air.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Elewa et al., 2023), bahwa jenis aktivasi berpengaruh signifikan terhadap kemampuan adsorpsi Fe^{3+} . Aktivasi menggunakan NaOH mampu menurunkan kadar Fe^{3+} sebesar 41,60%, sedangkan asam fosfat memberikan hasil paling tinggi dengan penurunan mencapai 85,98%. Aktivasi asam asetat justru menunjukkan hasil lebih rendah, yaitu 27,14%. Sementara itu, karbon aktif tanpa aktivasi (hanya karbonisasi) mampu menurunkan kadar Fe^{3+} sebesar 43,39%. Dengan demikian, aktivasi asam fosfat terbukti paling efektif, sementara karbonisasi sederhana tanpa aktivasi juga cukup bagus dibandingkan dengan NaOH, dan jauh lebih baik daripada asam asetat.

Penelitian oleh (Damanik et al., 2020), menunjukkan bahwa waktu optimal untuk aktivasi arang cangkang kelapa sawit dengan H_3PO_4 adalah 16 jam, dan waktu aktivasi yang sama digunakan dalam penelitian ini untuk memperoleh media dengan kualitas terbaik.

Kekeruhan air menurun setelah melewati media arang aktif cangkang kelapa sawit, hal ini dikarenakan mekanisme filtrasi dan adsorpsi, di mana partikel tersuspensi tertahan pada pori arang aktif. Semakin tinggi konsentrasi padatan tersuspensi, semakin tinggi tingkat kekeruhan air (Zaman et al., 2023)

Dalam penelitian ini variasi ukuran 0,2cm mampu menurunkan kadar Fe sebesar 1,27mg/L atau 73,84%. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, dimana arang aktif cangkang kelapa sawit mampu menurunkan Fe sebesar 89,7% (Najmia et al., 2021), 1,49 mg/L (Eprrie et al., 2022) dan 58,34% (Viena et al., 2020) Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa arang aktif cangkang kelapa sawit merupakan media yang efektif dalam menurunkan kadar Fe dalam air, dengan tingkat efektivitas yang bervariasi tergantung pada ukuran partikel, proses aktivasi, dan kondisi awal air.

Berdasarkan penelitian lain yang dilakukan oleh (Marwanto et al., 2022) arang aktif dari kulit durian mampu menurunkan tingkat kekeruhan sebesar 25,10%, 54,00%, 61,20%, 69,10%, 76,30% dengan waktu kontak selama 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam. Penelitian yang dilakukan oleh (Riandi et al., 2021) diketahui ketebalan arang sekam padi 30cm, 40 cm, dan 50cm mampu menurunkan kekeruhan sebesar 83,75%, 88,92%, dan 91,27%.

Dalam penelitian ini arang aktif cangkang kelapa sawit dengan variasi ukuran 1cm, 0,5cm, dan 0,2cm mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 100%, 86,92%, 100%. Hal tersebut didukung oleh kemampuan cangkang kelapa sawit yang mampu meningkatkan pH hingga 8,99, sehingga proses filtrasi semakin baik (Fadhilah & Wahyuni, 2016). Hasil tersebut menunjukkan bahwa arang aktif cangkang kelapa sawit memiliki efektivitas yang lebih baik dibandingkan arang kulit durian dan arang sekam padi dalam menurunkan tingkat kekeruhan air.

Variasi ukuran arang aktif cangkang kelapa sawit (1cm, 0,5cm, dan 0,2cm) mampu menurunkan kadar Fe dan kekeruhan air. Namun, hasil uji One Way ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan ukuran tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar Fe maupun kekeruhan ($p > 0,05$).

Kadar Fe menurun pada seluruh variasi filter namun belum mencapai baku mutu ($< 0,2$ mg/L), sedangkan kekeruhan pada Filter A dan C telah memenuhi standar (< 3 NTU), sementara Filter B belum. Penelitian yang dilakukan oleh (Sembiring H, dkk., 2024) bahwa penggunaan filter seri mampu menurunkan kadar Fe sebesar 81,9%–96,2% dan menurunkan kekeruhan hingga 90,9%–100% sehingga hasil akhir memenuhi standar kualitas air minum (< 3 NTU).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak ada pengaruh variasi ukuran arang aktif cangkang kelapa sawit terhadap penurunan kadar besi dan kekeruhan pada air sumur dengan p-value masing-masing Fe = 0,950 dan kekeruhan = 0,699. Filter yang paling tinggi menurunkan kadar besi dan kekeruhan adalah Filter C dengan

persentase 73,84% dan 100%. Sebagai rekomendasi praktis, temuan ini dapat diaplikasikan oleh masyarakat melalui penggunaan sistem filtrasi sederhana berbahan arang aktif cangkang kelapa sawit, baik dalam bentuk filter tunggal maupun filter seri, khususnya di daerah yang memiliki lahan kelapa sawit dan ketersediaan bahan baku yang melimpah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bansal, R. C., & Goyal, M. (2005). *Activated carbon adsorption*. Boca Raton, FL: CRC Press
- Damanik, Z., Gumiri, S (2020). Pengaruh Lama Aktivasi Dengan H³PO₄ dan Ukuran Butir Arang Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Ukuran Pori dan Luas Permukaan Butir Arang Aktif. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 5).
- Direktorat Penyehatan Lingkungan, (2024). Pemaparan Hasil Surveilans Kualitas Air Minum Rumah Tangga (Surveilans KAMRT) Tahun 2023. Pada Tanggal 20 Desember 2024
- Elewa, A. M., et al., (2023). Chemically activated carbon based on biomass for adsorption of Fe(III) and Mn(II) ions from aqueous solution. *Materials*, 16(3), 1251. <https://doi.org/10.3390/ma16031251>
- Eprie, E., Bungas, K., & Abudarin, A. (2022). Pemanfaatan arang cangkang sawit teraktivasi NaOH dan HCl dalam menurunkan kadar Fe, Mn dan zat warna pada air gambut. *Journal of Environment and Management*, 3(2), 146–152. <https://doi.org/10.37304/jem.v3i2.5506>
- Fadhilah, M., & Wahyuni, D. (2016). Efektivitas Penambahan Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) dalam Proses Filtrasi Air Sumur. *Jurnal kesehatan komunitas* (Journal of community health).
- G. Farzan (2022). *Pemanfaatan Limbah Sawit Untuk Biogas*. Elementa Agro Lestari
- Joko, T. (2010). *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Marwanto et al., (2022). Pengaruh Arang Aktif Kulit Durian Sebagai Adsorban Dalam Menurunkan Kekeruhan Air Sumur Gali di Kelurahan Padang Serai Kota Bengkulu. In

- Jurnal Of Nursing and Public Health* (Vol. 10, Issue 1).
- Menteri Kesehatan RI No. 2. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksana Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan [JDIH BPK RI]. In Menkes.
- Mukrim, M Ihsan, dkk (2023) *Teknik Penyediaan Air Minum (PAM)*. Medan : Yayasan Kita Menulis.
- Najmia, H., Sri Mahreda, E., Putri Mahyudin, R., (2021). *Pemanfaatan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Teraktivasi H₃PO₄ untuk Penurunan Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kondisi pH pada Air Asam Tambang Utilization of Activated Carbon of Palm Shell Activated H₃PO₄ for Decreased Iron (Fe), Manganese (Mn) and pH Conditions in Acid Mine Drainage*. 17(1). *EnviroSciencetea* (Vol 17).
- Pari, G., Buchari, & Aminudin. (1996). Pembuatan dan kualitas arang aktif dari kayu sengon sebagai bahan adsorben. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 14(7), 274–289.
- Sembiring, H, dkk (2024). Filter Series Model For Processing Well Water into Drinking Water in the Milala Residential Area, Central House Of Pancurbatu District. In *Jurnal Scientific Periodical of Public Health and Coastal Health* (Vol. 6) (1).
- Viena, V., Afrizal, Z., Tgk Imum LuengBata Batoh, J., & Aceh, B. (2020). Produksi Karbon Aktif dari Cangkang Sawit dan Aplikasinya Pada Penyerapan Zat Besi, Mangan Dan ph Air Sumur. *Serambi Engineering*, V(1).
- Wairokpam, R., Kumar, P. A., & Purwar, A. K. (2021). Identification of adsorption mechanism for iron uptake by activated carbon derived from *Alocasia indica*. *Natural Volatiles & Essential Oils*, 8(5), 5140–5148.
- Zaman, N, dkk (2023) *Manajemen Kualitas Air*. Medan : Yayasan Kita Menulis.