Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)

Kombinasi Koagulasi-Filtrasi Berbahan Lokal Kepulauan dalam Mengurangi Kadar Kekeruhan Pada Air Sumur Gali Di Pulau Barrang Caddi, Kota Makassar

Muhammad Aidil Fitrah[1*], Agus Bintara Birawida[2], Ain Khaer[3], Blego Sedionoto[1], Budirman[3]

[1]Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman
[2]Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin
[3]Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Makassar
[*]Corresponding author: aidilfitrah@fkm.unmul.ac.id

Info Artikel:Diterima bulan.Februari 2025 ; Disetujui bulan April 2025 ; Publikasi bulan Juni 2025

ABSTRACT

Small islands often face challenges in providing clean water, including the quality of dug well water that does not meet standards on Barrang Caddi Island. This study aims to evaluate the effectiveness of coagulation methods using moringa seeds and filtration using pumice and activated mangrove wood charcoal in reducing turbidity and improving water quality. The research design is a quasi-experiment with a one-group pretest-posttest approach. Samples were taken purposively from one active dug well with the highest TDS value. The treatment was carried out in three replications to ensure consistency and reliability of results. The coagulation process uses moringa oleifera at a dose of 350 mg/l; filtration uses a 60 cm thick medium of pumice and activated charcoal. The effectiveness value is calculated based on the difference in turbidity levels before and after treatment and analyzed using the Kruskal-Wallis test and post hoc. All applied methods show significant differences (p = 0.016). Moringa seed coagulation reduced turbidity by 26.85%, pumice filtration by 68.72%, activated charcoal filtration by 79.96%, and coagulation-filtration combination by 74.80%. Filtration with activated charcoal shows the highest adsorption capacity. This study concludes that combining coagulation and filtration is a practical solution that applies to overcoming clean water problems in coastal and island areas.

***Keywords** : Coagulation; Filtration; Moringa Oleifera; Pumice; Activated charcoal*

ABSTRAK

Pulau-pulau kecil sering menghadapi tantangan dalam penyediaan air bersih, termasuk kualitas air sumur gali yang tidak memenuhi standar di Pulau Barrang Caddi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas metode koagulasi menggunakan biji kelor dan filtrasi berbahan batu apung serta arang aktif kayu bakau dalam menurunkan kekeruhan dan meningkatkan kualitas air. Desain penelitian adalah quasi-eksperimen dengan pendekatan one-group pretest-posttest. Sampel diambil secara *purposive* dari satu sumur gali dengan nilai TDS tertinggi yang aktif digunakan. Perlakuan dilakukan dalam tiga kali replikasi untuk memastikan konsistensi dan keandalan hasil. Proses Koagulasi menggunakan moringa oleifera dosis 350 mg/l, filtrasi menggunakan media batu apung dan arang aktif setebal 60 cm. Nilai efektivitas dihitung berdasarkan perbedaan kadar kekeruhan sebelum dan sesudah pengolahan, dan dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis serta *post hoc*.. Hasil menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada semua metode yang diterapkan (p = 0,016). Koagulasi biji kelor mampu menurunkan kekeruhan sebesar 26,85%, filtrasi batu apung 68,72%, filtrasi arang aktif 79,96%, dan kombinasi koagulasi-filtrasi 74,80%. Filtrasi dengan arang aktif menunjukkan kapasitas adsorpsi tertinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kombinasi koagulasi dan filtrasi merupakan solusi praktis yang aplikatif untuk mengatasi masalah air bersih di wilayah pesisir dan kepulauan.

Kata Kunci : Koagulasi; Filtrasi; Biji Kelor; Batu Apung; Arang Aktif Kayu Bakau

.

PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih menjadi tantangan yang cukup besar bagi banyak daerah, termasuk Pulau Barrang Caddi yang terletak hanya 11 kilometer dari Kota Makassar. Dengan luas hanya 4 hektar, pulau ini berjuang melawan kesulitan untuk mendapatkan pasokan air bersih yang cukup untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sebagaimana penelitian Cahyadi dkk., berbagai faktor berkontribusi terhadap kelangkaan sumber daya air di pulau-pulau kecil, seperti daerah tangkapan air yang terbatas dan intrusi air laut, yang berisiko mencemari persediaan air tanah.(Cahyadi, 2013). Sumber air utama pulau ini terdiri dari sumur bor dan sumur gali. namun, kualitas air ini seringkali tidak memenuhi standar air ditetapkan termasuk standar kekeruhan pada air bersih.

Pengukuran kekeruhan dalam air merupakan faktor penting dalam mengevaluasi kualitasnya, baik untuk keperluan minum maupun keperluan sehari-hari. Kekeruhan ini diukur dalam Nephelometric Turbidity Units (NTU), yang berfungsi sebagai indikator konsentrasi partikel tersuspensi yang ada. Partikel-partikel ini dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk bahan limbah, endapan sedimen, dan kehidupan mikroba. (Haslindah *et al.*, 2022; Reforma, Ma'arif and Sunardi, 2022).

Kekeruhan air yang bersumber dari sumur gali dapat terganggu oleh banyak faktor, terutama infiltrasi limbah domestik dan praktik sanitasi yang tidak memadai. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Kinasih

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)

menyoroti bahwa kedekatan tangki septik dengan sumur gali secara signifikan meningkatkan kadar bakteri E. coli yang ada dalam air sumur, sehingga memperburuk kekeruhan dan menimbulkan ancaman kesehatan yang serius (Kinasih, Budiono and Suparmin, 2023). Parameter kekeruhan juga sering dihubungkan dengan parameter TDS, hal ini karena Peningkatan kadar TDS dalam air cenderung meningkatkan tingkat kekeruhan. Hal ini terjadi karena zat padat terlarut dalam air, seperti mineral dan bahan organik, dapat memengaruhi visibilitas air. Semakin banyak zat terlarut, semakin tinggi kemungkinan air menjadi keruh (Sholihin, Perwira and Ernawati, 2021). Hal ini dapat menjadi alternatif dalam mendeteksi kekeruhan pada air.

Tantangan terhadap pengolahan air yang ditandai dengan kekeruhan tinggi, Hamzani dkk. berpendapat bahwa penerapan metode koagulasi-flokulasi yang hemat biaya merupakan strategi yang layak untuk menghasilkan air minum yang mematuhi peraturan Kesehatan (Hamzani, Pahruddin and A., 2022; Kasim and Latifah, 2024). Metode ini direkayasa untuk mengoptimalkan sedimentasi dengan memanfaatkan aliran air melalui media granular dalam bentuk pennyaringan sehingga memudahkan pengendapan flok secara lebih efektif. Setelah fase koagulasi, penyaringan muncul sebagai pemilihan langkah yang paling tepat berikutnya, karena fokus pada penghilangan flok yang terbentuk dan partikel tambahan dari air. (Nurhady, Ramlan and Suparmin, 2022).

Pada proses koagulasi memerlukan koagulan, sehingga penggunaan bahan lokal seperti Moringa oleifera mudah didapatkan dipulau. Biji Moringa mengandung protein kationik yang dapat mengikat partikel-partikel kecil dalam air, sehingga memudahkan proses pengendapan. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Moringa oleifera dapat mengurangi kekeruhan hingga 96% dan menghilangkan kontaminan mikrobiologis (Olabanji *et al.*, 2021). Keunggulan dari penggunaan Moringa oleifera adalah ketersediaannya yang melimpah di banyak daerah tropis, serta kemampuannya untuk berfungsi sebagai koagulan alami tanpa menimbulkan efek samping berbahaya bagi kesehatan manusia.

Pada proses filtrasi penggunaan bahan lokal seperti media filter batu apung yang memiliki struktur berpori yang tinggi dan ringan, menjadikannya sebagai media filtrasi yang efektif. Penelitian oleh Güler dan Sarıoğlu menunjukkan bahwa batu apung dapat digunakan untuk mengadsorpsi kontaminan dalam air, seperti tetracycline, melalui mekanisme interaksi fisik dan kimia (Guler and Sarioglu, 2014). Selain itu pemanfaatan arang aktif khususnya yang berasal dari kayu bakau sebagai media filter dengan kapasitas penyerapannya yang cukup besar. Proses aktivasi yang digunakan dalam produksi arang aktif secara signifikan meningkatkan luas permukaan dan struktur pori-porinya, sehingga meningkatkan kemampuannya untuk menyerap berbagai kontaminan, termasuk kekeruhan, garam terlarut yang berkontribusi terhadap kadar total padatan terlarut (TDS) (Gultom, Rahman and Heriansyah, 2021).

Pendekatan dengan memanfaatkan metode kombinasi koagulasi – filtrasi menjadi pilihan yang tepat, Meskipun studi sebelumnya telah membahas metode koagulasi-flokulasi untuk pengolahan air, belum ada penelitian yang secara khusus membandingkan efektivitas kombinasi tiga bahan lokal sekaligus yaitu Moringa oleifera sebagai koagulan alami, batu apung, dan arang aktif dari kayu bakau sebagai media filtrasi yang semuanya tersedia di wilayah kepulauan seperti Barrang Caddi. Kombinasi spesifik ini berpotensi menghadirkan solusi praktis yang layak dan hemat biaya dalam menyediakan akses berkelanjutan terhadap air bersih di wilayah terpencil. Dengan demikian, kejadian penyakit yang ditularkan melalui air dapat dikurangi secara signifikan, sehingga meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan. (Rohmawati and Kustomo, 2020; Panjaitan, 2024)

Peningkatan akses terhadap air bersih melalui inovasi teknologi sederhana mencerminkan kebutuhan akan solusi berbasis ilmu pengetahuan untuk menjawab tantangan air bersih di Indonesia, terutama di kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil yang rentan terhadap dampak intrusi air laut dan pencemaran air karena wilayah darat yang terbatas. Oleh karena itu perlu ada penelitian lebih lanjut untuk melakukan perbaikan kualitas air salah satunya parameter kekeruhan dengan menggunakan pengolahan sederhana dengan memanfaatkan bahan- bahan lokal yang ada di sekitar khususunya di Pulau-pulau kecil.

MATERI DAN METODE

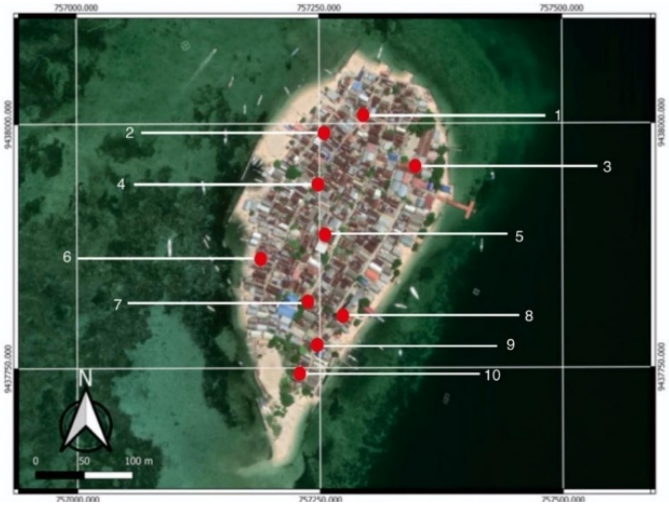
Desain Studi

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain quasi eksperimen one group pretest-posttest. Hal ini dipilih karena penelitian dilakukan di lingkungan nyata tanpa kelompok kontrol, mengingat keterbatasan dalam membandingkan dengan sumur gali lain yang mungkin memiliki kondisi hidrogeologi berbeda. Selain itu, metode ini sesuai untuk mengukur efektivitas metode pengolahan secara praktis dan aplikatif di lapangan. Peneiitian ini bertujuan untuk melihat efektivitas koagulasi moringa oleifera, filter batu apung dan arang aktif dalam menurunkan kekeruhan pada air sumur gali di Pulau Barrang Caddi, Kota Makassar.

Lokasi, Populasi dan Sampel

https://doi.org/10.32382/medkes.v20i1

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)



Gambar 1. Lokasi Pemeriksaan awal sumur gali di Pulau Barrang Caddi.

Lokasi penelitian berada di Pulau Barrang Caddi, Kecamatan Sangkarrang Kota Makassar, Populasi dalam penelitian ini adalah sumur gali di Pulau Barrang Caddi, Kecamatan Sangkarrang, Kota Makassar seperti pada gambar 1. Sebanyak 10 titik sumur gali yang diperiksa menggunakan TDSkit dan memiliki nilai kadar total padatan terlarut (TDS) yang bervariasi seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Awal Kadar TDS Air Sumur Gali di Pulau Barrang Caddi

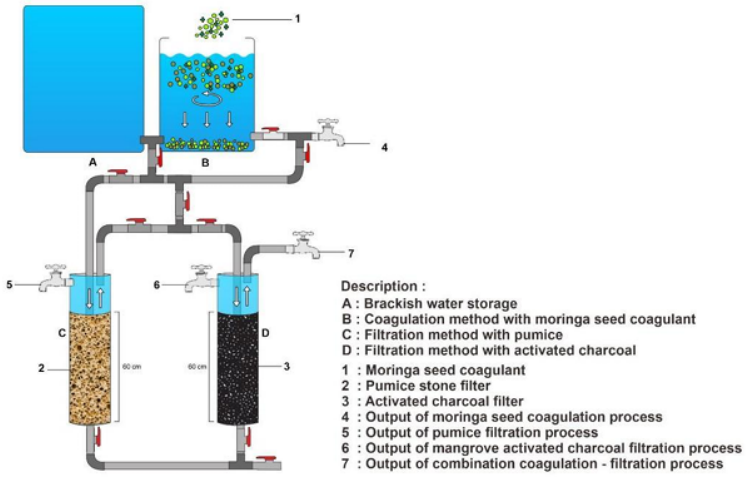
Titik Sumur Gali	Total Dissolved Solid (mg/l)	Sampel Terpilih
1	700	Tidak terpilih
2	420	Tidak terpilih
3	200	Tidak terpilih
4	1450	Tidak terpilih
5	1490	Tidak terpilih
6	1400	Tidak terpilih
7	459	Tidak terpilih
8	1830	Terpilih
9	1210	Tidak terpilih
10	1100	Tidak terpilih

Pada tabel 1 menunjukkan seluruh titik memiliki kadar TDS diatas baku mutu sesuai Permenkes No. 2 Tentang Kesehatan Lingkungan pada standar air bersih (TDS<300 mg/l) sehingga pada percobaan dipilih satu titik sumur gali menggunakan metode purposive sampling berdasarkan kriteria yang mencakup: (1) sumur masih aktif digunakan oleh masyarakat, untuk memastikan relevansi dengan paparan nyata terhadap pengguna; (2) sumur terletak paling dekat dengan garis pantai, sebagai representasi potensi intrusi air laut yang lebih tinggi; dan (3) sumur dengan kadar TDS tertinggi. Hal ini secara empiris menunjukkan indikasi pencemaran tertinggi dalam area studi. Pemilihan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan skenario terburuk terkait kualitas air tanah akibat pencemaran air, sehingga ha sil penelitian dapat digunakan sebagai dasar mitigasi atau intervensi yang lebih luas dimasa mendatang.

Setelah melakukan pemilihan sampel, sampel sumur gali (8) selanjutnya dilakukan percobaan pengolahan air menggunakan alat yang sudah dirancang dengan empat metode seperti pada gambar 2.

Vol. XX No. 1 Juni 2025
https://doi.org/10.32382/medkes.v20i1

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)



Gambar 2. Alat dan Proses Pengolahan Air

Proses Percobaan

Sampel sumur yang terpilih dilakukan proses pengolahan air dengan beberapa metode seperti pada gambar 2 :

a. Koagulasi *Moringa Oleifera* (Biji Kelor)

Air payau dari tangki penyimpanan (A) dialirkan ke unit koagulasi (B) yang menggunakan biokoagulan *Moringa Oleifera* (1) dengan dosis 350 mg/l sebagai koagulan alami yang diendapkan selama 15 menit. Proses koagulasi ini bertujuan untuk menggumpalkan partikel tersuspensi dalam air, sehingga kotoran, zat organik, serta senyawa yang menyebabkan kekeruhan dapat teragregasi dan lebih mudah terpisah dari air. Air hasil koagulasi ini selanjutnya dikeluarkan melalui outlet (4) sebagai output dari proses koagulasi biji kelor.

b. Filter *Pumice* (Batu Apung)

Air dari tangki penyimpanan (A) dialirkan langsung dengan debit 0,5 L/menit ke unit filtrasi batu apung (C), tanpa melalui proses koagulasi terlebih dahulu. Batu apung dengan ketebalan 60 cm (2) digunakan sebagai media penyaring karena pori-porinya yang besar dan efektif dalam menangkap partikel tersuspensi, sehingga mengurangi kekeruhan dalam air. Air hasil dari filtrasi ini dikeluarkan melalui outlet (5) sebagai output dari filtrasi batu apung.

c. Filter *Activated Charcoal* (Arang Aktif Kayu Bakau)

Air dari tangki penyimpanan (A) dialirkan langsung dengqn debit 0,5 L/menit ke unit arang aktif kayu bakau dengan ketebalan 60 cm (3) sebagai media filtrasi (D). Media arang aktif sebelumnya telah diaktivasi menggunakan larutan NaOH 0,2 N selama 18 jam dan dipanaskan di oven pada suhu 150^{O}C, proses ini untuk menyerap zat organik, senyawa kimia, serta bau rasa tidak sedap dalam air dan kekeruhan.. Air hasil filtrasi ini dikeluarkan melalui outlet (6) sebagai output dari filtrasi arang aktif kayu bakau.

d. Filter *Activated Charcoal* (Arang Aktif Kayu Bakau)

Air dari tangki penyimpanan (A) terlebih dahulu masuk ke unit proses koagulasi (B) dengan biokoagulan biji kelor dosis 350 mg/l yang diendapkan selama 30 menit. Lalu, setelah mengalami proses koagulasi air kemudian dialirkan dengan debit 0,5 L/menit ke unit filtrasi batu apung dengan ketebalan 60 cm (C) untuk menghilangkan partikel yang telah teragregasi, dan selanjutnya menuju unit filtrasi arang aktif dengan ketebalan 60 cm (D) untuk meningkatkan kualitas fisik dan kimia air. Air hasil dari kombinasi koagulasi dan filtrasi ini dikeluarkan melalui outlet (7) sebagai output dari kombinasi koagulasi dan filtrasi.

Analisis Data

Pemeriksaan sampel air meliputi sebelum dan sesudah pengolahan dengan replikasi sebanyak tiga kali disetiap metode pengolahan, pemeriksaan sampel air dilakukan di Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar. Selanjutnya mencari nilai efektivitas pengolahan air dihitung melalui persamaan (1), selanjutnya mengetahui perbedaan signifikan dari keseluruhan metode percobaan yang digunakan menggunakan uji *Kruskall Wallis Test* dan *Post hoc*.

$$\text{Efisiensi Removal} = \left(\frac{a-b}{a}\right) x\ 100\% \quad \ldots(1)$$

Keterangan :
a = Konsentrasi kekeruhan pada inlet (mg/L)

Vol. XX No. 1 Juni 2025
https://doi.org/10.32382/medkes.v20i1

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)

b = Konsentrasi kekeruhan pada outlet (mg/L)

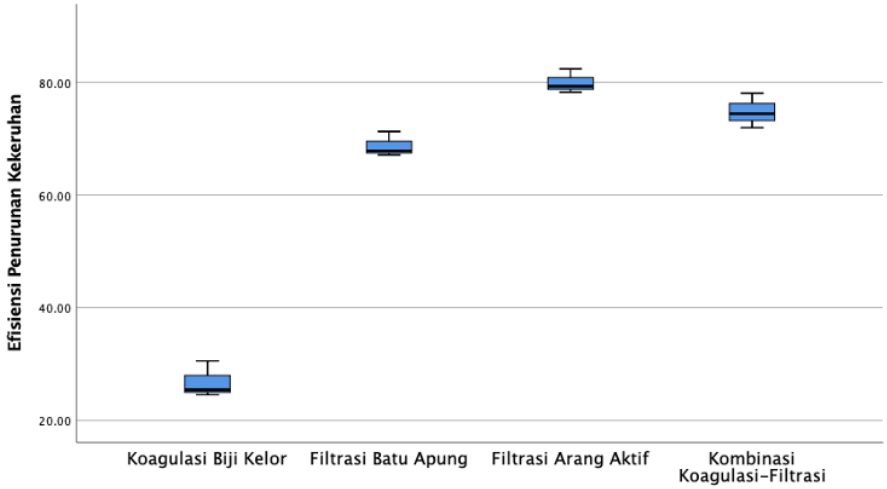
HASIL

Penelitan efektivitas dari beberapa metode pengolahan air yakni koagulasi menggunakan biokoagulan biji kelor (*moringa eleifera*), filtrasi batu apung (*Pumice*), filtrasi arang aktif kayu bakau (*Activarted Charcoal*) dan gabungan koagulasi-filtrasi yang berfokus pada penurunan kadar kekeruhan di Pulau Barrang Caddi, Kota Makassar dengan Banta-Bantaeng, Kecamatan Rappocini, Kota Makassar dengan replikasi 3 kali diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kadar Kekeruhan Sebelum dan Sesudah Pengolahan Air

Metode Pengolahan	Replikasi	Kadar Kekeruhan (NTU)		Efektivitas (%)
		Sebelum	Sesudah	
Koagulasi Biji Kelor	1	5,50	4,15	24,55
	2	5,50	4,10	25,45
	3	5,50	3,82	30,55
	Rata-rata	5,50	4,02	26,85
Fitrasi Batu Apung	1	7,30	2,10	71,23
	2	7,30	2,40	67,12
	3	7,30	2,35	67,81
	Rata-rata	7,30	2,28	68,72
Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau	1	8,50	1,85	78,24
	2	8,50	1,50	82,35
	3	8,50	1,76	79,29
	Rata-rata	8,50	1,70	79,96
Kombinasi Koagulasi Filtrasi	1	8,20	2,10	74,39
	2	8,20	1,80	78,05
	3	8,20	2,30	71,95
	Rata-rata	8,20	2,07	74,80

Tabel 1 menunjukkan bahwa metode filtrasi arang aktif kayu bakau memiliki efektivitas tertinggi dalam menurunkan kadar kekeruhan air, yaitu rata-rata sebesar 79,96%, dengan kadar kekeruhan awal 8,50 mg/L menurun menjadi 1,70 mg/L. Filtrasi batu apung juga memberikan hasil yang signifikan, dengan efektivitas rata-rata sebesar 68,72%. Kombinasi koagulasi dan filtrasi memiliki efektivitas rata-rata sebesar 74,80%, sementara koagulasi dengan biji kelor menunjukkan efektivitas rata-rata terendah, yaitu 26,85%.



Gambar 3. Grafik Perbedaan Efisiensi Penurunan Kadar Kekeruhan

Grafik menunjukkan perbandingan efisiensi penurunan kekeruhan dari empat metode pengolahan air, yaitu koagulasi biji kelor, filtrasi batu apung, filtrasi arang aktif, dan kombinasi koagulasi-filtrasi. Filtrasi arang aktif memiliki efisiensi tertinggi dengan nilai rata-rata mendekati 80%, diikuti oleh kombinasi koagulasi-filtrasi yang

Vol. XX No. 1 Juni 2025
https://doi.org/10.32382/medkes.v20i1

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)

juga menunjukkan efisiensi sekitar 74%. Filtrasi batu apung menempati posisi berikutnya dengan efisiensi rata-rata sekitar 68%. Sementara itu, koagulasi biji kelor memiliki efisiensi terendah, yaitu rata-rata sekitar 27%. Variasi data pada setiap metode terlihat lebih kecil pada filtrasi arang aktif dan kombinasi koagulasi-filtrasi dibandingkan metode lainnya, menunjukkan konsistensi hasil yang lebih baik pada kedua metode tersebut.

Tabel 2. Perbedaan Efektivitas Beberapa Metode Pengolahan Air Terhadap Parameter Kekeruhan

No	Metode Pengolahan	N	Mean Rank	Sig
1	Koagulasi Biji Kelor	3	2.00	
2	Fitrasi Batu Apung	3	5.00	*p = 0,016**
3	Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau	3	11.00	
4	Kombinasi Koagulasi Filtrasi	3	8.00	

**Signifikan (p<0,05) by Kruskall Wallis Test*

Hasil analisis Kruskal-Wallis menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara metode pengolahan air yang diuji (p = 0,016). Metode pengolahan yang dibandingkan meliputi Koagulasi Biji Kelor, Filtrasi Batu Apung, Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau, dan Kombinasi Koagulasi dan Filtrasi. Dari hasil analisis, metode Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau memiliki nilai Mean Rank tertinggi (11,00), diikuti oleh Kombinasi Koagulasi dan Filtrasi (8,00), Filtrasi Batu Apung (5,00), dan Koagulasi Biji Kelor (2,00). Hal ini mengindikasikan bahwa Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau lebih unggul dalam efektivitas pengolahan dibandingkan metode lainnya

Tabel 3 Hasil Uji lanjut Post Hoc Perbandingan Efektivitas Metode Pengolahan dalam Terhadap Parameter Kekeruhan.

No	Metode Pengolahan	Koagulasi Biji Kelor	Fitrasi Batu Apung	Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau	Kombinasi Koagulasi Filtrasi
1	Koagulasi Biji Kelor	-	0.019*	0.001*	0.015*
2	Fitrasi Batu Apung	0.019*	-	0.000*	0.000*
3	Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau	0.001*	0.000*	-	0.070
4	Kombinasi Koagulasi Filtrasi	0.015*	0.000*	0.070	-

*Terdapat perbedaan signifikan (p<0.05)

Hasil uji lanjut Post Hoc menunjukkan perbandingan efektivitas antar metode pengolahan terhadap parameter kekeruhan. Berdasarkan tabel, terdapat perbedaan yang signifikan (p<0,05) antara Koagulasi Biji Kelor dengan Filtrasi Batu Apung (p = 0,019), Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau (p = 0,001), dan Kombinasi Koagulasi dan Filtrasi (p = 0,015). Filtrasi Batu Apung juga menunjukkan perbedaan signifikan terhadap Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau (p = 0,000) dan Kombinasi Koagulasi dan Filtrasi (p = 0,000). Namun, tidak terdapat perbedaan signifikan antara Filtrasi Arang Aktif Kayu Bakau dan Kombinasi Koagulasi dan Filtrasi (p = 0,070).

PEMBAHASAN

Kekeruhan menunjukkan adanya pencemaran, baik dari alam maupun tangan manusia. Jarak sumur dari sumber pencemaran tersebut menjadi hal yang penting. Berbagai penelitian mengungkapkan bahwa sumur yang berada di dekat tangki septik lebih mungkin mengandung bakteri berbahaya (Novarianti and Amsal, 2022). Di Pulau Barang Caddi, tingkat kekeruhan berkisar antara 5,50 hingga 8,20 NTU. Meskipun angka-angka ini rendah, namun tetap dapat membahayakan kesehatan. Di pulau-pulau kecil yang ruangnya sempit dan sanitasinya sering kali kurang memadai, bahaya pencemaran semakin meningkat. Sangat penting untuk menegakkan sanitasi yang baik dan membangun sumur dengan hati-hati untuk melindungi kualitas air (Gnimadi *et al.*, 2024).

Vol. XX No. 1 Juni 2025
https://doi.org/10.32382/medkes.v20i1

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)

Keseluruhan metode pengolahan yang digunakan memperlihatkan perbedaan efektivitas yang diamati dan dilakukan replikasi sebagai bentuk keakuratan pengukuran. Uji coba berulang dilakukan untuk memastikan konsistensi dan keandalan hasil, sehingga menanamkan keyakinan pada penerapan beberapa metode penyaringan dalam konteks yang lebih luas. Lebih jauh, variasi hasil selama pengulangan ini juga dapat menandakan perbedaan dalam kondisi awal sampel air, termasuk komposisi kimia dan fisiknya, yang dapat memengaruhi kapasitas batu apung untuk menyerap kontaminan.

Metode pengolahan air dengan biji menunjukkan efektivitas yang kurang, hanya mencapai 26,85%. Biji kelor memiliki sifat alami yang membantu dalam flokulasi, namun efektivitasnya bisa terbatas tergantung pada skala atau karakteristik khusus partikel yang terlibat. Sifat fisik dan kimia air juga berperan dalam seberapa baik koagulasi bekerja, khususnya pH, yang tidak dikontrol dalam penelitian ini. Lebih jauh, pH air memengaruhi seberapa baik biji kelor berfungsi sebagai koagulan. Dalam penelitian lain, Prabowo dan yang lainnya mencatat bahwa pH secara signifikan memengaruhi proses koagulasi sehingga pH yang tidak sesuai dapat mengurangi efektivitas koagulan (Prabowo, Nursaidah and Safitri, 2019). Kondisi tersebut mempengaruhi saat menggabungkan proses koagulasi dan filtrasi. Dengan demikian, sangat penting untuk menyesuaikan pH air sumur payau sebelum menggunakan biji kelor untuk memastikan hasil terbaik, namun hal berbeda terjadi pada Penelitian oleh Abdullahi dkk. (2023) menunjukkan bahwa biji Moringa oleifera memiliki kemampuan untuk mengurangi kekeruhan hingga 83,6% karena kandungan protein polielektrolit aktif sehingga dapat mengikat partikel tersuspensi penyebab kekeruhan melalui interaksi elektrostatik (Ndayako *et al.*, 2023).

Dalam percobaan berikutnya, penelitian tersebut menggunakan arang aktif yang berasal dari kayu bakau sebagai media penyaringan, yang menunjukkan efektivitas tinggi. Hasilnya menunjukkan penurunan rata-rata kekeruhan dari 8,50 mg/L menjadi 1,70 mg/L, yang mencerminkan penurunan sebesar 79,96%. Mekanisme adsorpsi arang aktif dicirikan oleh tiga jalur utama yaitu interaksi elektrostatik, pengisian pori, dan interaksi hidrofobik. Keberadaan permukaan bermuatan pada arang aktif memfasilitasi daya tarik ion logam berat dan partikulat tersuspensi melalui gaya elektrostatik. Kemampuan arang aktif dalam memberikan interaksi elektrostatis, di mana permukaan arang aktif bermuatan positif atau negatif pada larutan sekitarnya. Interaksi ini memungkinkan arang aktif menarik ion atau molekul bermuatan berlawanan dalam air, termasuk logam berat dan partikel tersuspensi penyebab kekeruhan (Bansal and Goyal, 2005; Worch, 2012; Satyam and Patra, 2024). Selain itu, pengisian pori (pore-filling) berperan penting dalam menangkap partikel kecil. Struktur mikropori dan mesopori dari arang aktif memberikan ruang yang optimal untuk menangkap dan menahan kontaminan, sehingga mengurangi kadar polutan secara signifikan (Jeirani, Niu and Soltan, 2016; Satyam and Patra, 2024).

Arang aktif juga bekerja melalui interaksi *hidrofobik*, di mana senyawa organik non-polar lebih mudah menempel pada permukaan karbon yang bersifat *hidrofobik*. Interaksi ini diperkuat oleh gaya van der Waals yang memungkinkan polutan organik teradsorpsi lebih efisien (Zaini et al., 2020). Proses partisi (partitioning) juga menjadi mekanisme penting dalam penghilangan senyawa organik, di mana molekul polutan dapat terlarut ke dalam matriks karbon non-polar arang aktif, sehingga meningkatkan efisiensi penyaringan (Bansal and Goyal, 2005; Satyam and Patra, 2024). Luas permukaan yang besar dan struktur pori yang beragam, arang aktif mampu menangkap berbagai jenis polutan, baik partikel tersuspensi maupun senyawa organik dan logam berat. Penelitian terdahulu Manurung juga menunjukkan bahwa efektivitas arang aktif dalam menghilangkan kekeruhan dapat mencapai lebih dari 75%, bergantung pada ketebalan media filtrasi dan karakteristik air baku yang digunakan (Udyani *et al.*, 2019; M *et al.*, 2023).

Kondisi yang sama juga diperlihatkan oleh batu apung, sebagai media filtrasi alami yang memiliki struktur berpori yang efektif untuk menyaring partikel kasar dari air. Metode ini juga menunjukkan efektivitas yang signifikan dengan rata-rata 68,72%.. Batu apung bekerja melalui mekanisme penyaringan fisik dan adsorpsi. Struktur mikropori yang kompleks meningkatkan luas permukaan kontak, memungkinkan penyaringan partikel tersuspensi secara mekanis dan adsorpsi ion-ion tertentu melalui interaksi permukaan. Sifat adsorptif batu apung juga berasal dari adanya senyawa silikat dan oksida logam di permukaannya, yang mampu berinteraksi secara kimia maupun fisika dengan kontaminan (Makonjio Philip *et al.*, 2023). Pada studi Geleta dkk menunjukkan bahwa batu apung yang dimodifikasi dengan zirkonium mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi terhadap ion fluoride dalam air, menunjukkan potensinya sebagai media filtrasi multifungsi (Geleta, Alemayehu and Lennartz, 2021).

Penggunaan batu apung juga dapat dikombinasikan dengan media filtrasi lain, seperti pasir, untuk meningkatkan efisiensi pengolahan air. Filter granular komposit yang menggabungkan batu apung telah terbukti mampu menghilangkan bahan organik dan nutrien dalam air limbah secara signifikan (Makonjio Philip *et al.*, 2023). Dengan mekanisme ini, batu apung berfungsi efektif dalam menghilangkan partikel tersuspensi dan kontaminan lainnya, sehingga meningkatkan kejernihan dan kualitas air hasil filtrasi. Filtrasi menggunakan batu apung sebagai media penyaring air telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan kualitas air, terutama dalam menurunkan kadar kekeruhan. Penelitian oleh Handayani menunjukkan bahwa penggunaan batu apung dalam biosand filter dapat meningkatkan efisiensi pengolahan air gambut, dengan menurunkan kekeruhan secara signifikan (Handayani, Darmayanti and Desasy, 2024).

https://doi.org/10.32382/medkes.v20i1

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)

Filtrasi antara arang aktif dengan batu apung dalam sistem filtrasi memberikan keuntungan tambahan karena keduanya dikenal memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi, yang memungkinkan penyerapan partikel-partikel kecil yang menyebabkan kekeruhan, sedangkan batu apung berfungsi untuk menyaring partikel yang lebih besar dan memberikan struktur yang stabil dalam sistem filtrasi (Silalahi *et al.*, 2023). Penggabungan batu apung dengan arang aktif menjadi pendekatan strategis yang memadukan dua mekanisme adsorpsi berbeda: batu apung menyaring dan menyerap partikel besar dan kontaminan anorganik melalui interaksi permukaan, sementara arang aktif menyerap senyawa organik, partikel mikro, dan ion-ion melalui mekanisme multifaktor. Kombinasi ini menciptakan sistem filtrasi yang stabil dan efektif dalam menghadapi variasi kualitas air sumur gali di pulau kecil (Foo and Hameed, 2010).

Hasil analisis *Kruskal-Wallis* dan uji *Post Hoc* mempertegas bahwa perbedaan antara metode pengolahan air yang diuji signifikan secara statistik, menunjukkan bahwa setiap metode secara nyata memengaruhi efektivitas pengurangan kekeruhan. Filtrasi arang aktif kayu bakau terbukti sebagai metode paling unggul, diikuti oleh kombinasi koagulasi dan filtrasi, serta filtrasi batu apung. Sementara itu, koagulasi dengan biji kelor menunjukkan efektivitas terendah, meskipun tetap memiliki potensi jika diterapkan bersama metode lain. Koagulasi sebagai langkah awal penting dalam pengolahan air, di mana koagulan alami, seperti ekstrak biji kelor (*Moringa oleifera*), digunakan untuk mengikat partikel tersuspensi menjadi flok sehingga perlu langkah filtrasi untuk menghilangkan flok yang terbentuk untuk meningkatkan kualitas air. Filtrasi menggunakan media seperti arang aktif kayu bakau terbukti efektif karena porositas tinggi dan kemampuan adsorpsinya, menjadikannya metode unggul dalam penelitian ini (Listiarini *et al.*, 2010; Nisar, Koul and Koul, 2020).

Secara keseluruhan beberapa metode pengolahan air yang diuji dalam penelitian ini dapat menjadi solusi terhadap permasalahan air yang ada di pulau kecil seperti menurunkan kadar kekeruhan, namun perlu dilakukan pemantauan terhadap suhu dan pH disetiap perlakuan seperti hasil yang didapatkan bahwa kombinasi koagulasi – filtrasi memiliki nilai penyisihan lebih rendah (74,80%) dari pada metode filtrasi arang aktif saja (79,96%) hal ini dikarenakan sifat fisik dan sifat kimia air yang membuat seberapa maksimal koagulasi bekerja, khususnya pH dan suhu yang tidak dikontrol dalam penelitian ini memengaruhi seberapa baik biji kelor berfungsi sebagai koagulan. Penelitian Hanifah (2020) menunjukkan pengaruh pH terhadap kemampuan biokoagulan dalam menurunkan kadar kekeruhan seperti pada biokoagulan cangkang telur ayam ras memiliki dosis optimum pada pH 8 dengan penurunan kekeruhan 83.81% daripada pH 9,5 yang hanya mendapatkan penutunan 76,15% . Perbedaan ini menunjukkan bahwa setiap jenis biokoagulan memiliki rentang pH optimal yang berbeda, sehingga penyesuaian pH air sebelum proses koagulasi menjadi krusial untuk mencapai efisiensi maksimal (Hanifah *et al.*, 2020)

Meskipun penelitian ini menunjukkan efektivitas beberapa metode pengolahan berbahan lokal dalam menurunkan kadar kekeruhan air sumur gali di Pulau Barrang Caddi, terdapat keterbatasan yang perlu diperhatikan, yaitu tidak dilakukannya pengukuran suhu dan pH air sebelum dan sesudah perlakuan. Padahal, suhu berperan dalam mempengaruhi laju reaksi koagulan, sedangkan pH menentukan efektivitas bahan koagulan dalam membentuk flok yang stabil. Ketiadaan data suhu dan pH mengurangi pemahaman terkait faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi proses pengolahan air. Oleh karena itu, penelitian lanjutan yang mencakup pengukuran parameter tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme reduksi kekeruhan serta optimasi penggunaan bahan lokal dalam koagulasi-filtrasi.

Penggunaan metode koagulasi dengan biji kelor (*Moringa oleifera*), serta filtrasi menggunakan batu apung dan arang aktif dari kayu bakau, menawarkan solusi pengolahan air yang hemat biaya dan mudah diterapkan di tingkat rumah tangga, terutama bagi masyarakat pesisir. Biji kelor sebagai koagulan alami tersedia luas di Indonesia dengan harga terjangkau. Batu apung yang banyak ditemukan di daerah vulkanik yang hanyut disekitar Pantai dengan tekstur pori sebagai menyaring partikel tersuspensi dengan biaya rendah. Sementara itu, arang aktif dari kayu bakau yang melimpah di kawasan pesisir dengan daya serap tinggi terhadap kontaminan. Pemanfaatan bahan lokal ini tidak hanya menekan biaya pengolahan air, tetapi juga mempermudah perawatan dan operasionalnya oleh masyarakat. Dengan demikian, metode ini menjadi solusi berkelanjutan untuk penyediaan air bersih di rumah tangga, khususnya di wilayah pesisir.

SIMPULAN DAN SARAN

Beberapa Pengolahan air yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan terdapat perbedaan signifikan dalam menurunkan kadar kekeruhan dengan efektivitas yang berbeda seperti koagulasi biji kelor 26,85%, filtrasi batu apung 68,72%, filtrasi arang aktif 79,96% dan kombinasi koagulasi filtrasi 74,80%. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pemilihan metode pengolahan air yang tepat sangat penting dalam meningkatkan kualitas air, dan metode kombinasi koagulasi-filtrasi dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kualitas air, terutama untuk pengolahan air di daerah dengan sumber daya yang terbatas. Namun tetap memperhatikan kesesuaian dengan kebutuhan spesifik dan ketersediaan sumber daya lokal agar bermanfaat untuk Masyarakat khususnya di pulau pulau kecil yang kesulitan air. Disarankan perlunya penelitian lanjutan terhadap

Vol. XX No. 1 Juni 2025
https://doi.org/10.32382/medkes.v20i1

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)

pengaruh pH, suhu, kadar garam disetiap metode pengolahan air sehingga dapat menilai faktor faktor lain yang mempengaruhui efisiensi dari bahan lokal yang telah digunakan khususnya di Pulau-pulau kecil,

DAFTAR PUSTAKA

1. Bansal, R.C. and Goyal, M. (2005) *Activated carbon adsorption*. CRC press.
2. Cahyadi, A.. H.W. dan W. (2013) 'Adaptasi Masyarakat Terhadap Keterbatasan Sumberdaya Air di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Jurnal Penelitian Kesejahteraan Sosial', 12 (2): 20.
3. Foo, K.Y. and Hameed, B.H. (2010) 'Insights into the modeling of adsorption isotherm systems', *Chemical engineering journal*, 156(1), pp. 2–10.
4. Geleta, W.S., Alemayehu, E. and Lennartz, B. (2021) 'Enhanced Defluoridation of Water Using Zirconium—Coated Pumice in Fixed-Bed Adsorption Columns', *Materials 2021, Vol. 14, Page 6145*, 14(20), p. 6145. Available at: https://doi.org/10.3390/MA14206145.
5. Gnimadi, C.J.I. *et al.* (2024) 'Assessing the Influence of Hand-Dug Well Features and Management on Water Quality', *Environmental Health Insights*, 18, p. 11786302241249844. Available at: https://doi.org/10.1177/11786302241249844.
6. Guler, U.A. and Sarioglu, M. (2014) 'Removal of tetracycline from wastewater using pumice stone: Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies', *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(1), pp. 1–11. Available at: https://doi.org/10.1186/2052-336X-12-79.
7. Gultom, F.B., Rahman, R. and Heriansyah, H. (2021) 'Analisis Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika di Wilayah Kota Bengkulu', *Alchemy*, 9(2), pp. 37–42. Available at: https://doi.org/10.18860/al.v9i2.13517.
8. Hamzani, S., Pahruddin, M. and A., S. (2022) 'Aplikasi Reaktor Koagulasi-Flokulasi Berbiaya Murah untuk Menghasilkan Air Bersih yang Memenuhi Persyaratan Kesehatan', *Buletin Profesi Insinyur*, 5(1), pp. 27–31. Available at: https://doi.org/10.20527/bpi.v5i1.133.
9. Handayani, Y.L., Darmayanti, L. and Desasy, H.J. (2024) 'Pengaruh Ketebalan Media Pasir Kuarsa Dan Batu Apung Pada Pengolahan Air Gambut', *Journal of Environmental Management and Technology*, 3(1), pp. 34–44. Available at: https://doi.org/10.31258/jptl.3.1.34-44.
10. Hanifah, H.N. *et al.* (2020) 'Efektivitas Biokoagulan Cangkang Telur Ayam Ras dan Kulit Pisang Kepok (Musa Balbisiana ABB) dalam Menurunkan Turbiditas, TDS, dan TSS dari Limbah Cair Industri Farmasi', *al-Kimiya*, 7(1), pp. 47–54. Available at: https://doi.org/10.15575/ak.v7i1.6615.
11. Haslindah, A. *et al.* (2022) 'Sistem Kontrol Pendeteksi Kadar Kekeruhan Air Berbasis Arduino Uno', *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 17(1), pp. 47–51. Available at: https://doi.org/10.47398/iltek.v17i1.679.
12. Jeirani, Z., Niu, C. and Soltan, J. (2016) 'Adsorption of emerging pollutants on activated carbon', *Reviews in Chemical Engineering*, 33. Available at: https://doi.org/10.1515/revce-2016-0027.
13. Kasim, K.P. and Latifah, N. (2024) 'Efektivitas Kayu Secang (Caesalpinia Sappan L .) dalam Menurunkan Bakteri Coliform Pada Air Minum Isi Ulang', XIX(2), pp. 280–288.
14. Kinasih, N.S., Budiono, Z. and Suparmin, S. (2023) 'Hubungan antara Konstruksi Sumur Gali dan Jarak Sumber Pencemar dengan Kandungan Escherichia coli pada Sumur Gali Desa Pliken, Kecamatan Kembaran, Kabupaten Banyumas Tahun 2022', *Buletin Keslingmas*, 42(2), pp. 70–76. Available at: https://doi.org/10.31983/keslingmas.v42i2.9760.
15. Listiarini, K. *et al.* (2010) 'Hybrid coagulation-nanofiltration membrane for removal of bromate and humic acid in water', *Journal of Membrane Science*, 365(1–2), pp. 154–159. Available at: https://doi.org/10.1016/j.memsci.2010.08.048.
16. M, M. *et al.* (2023) 'Tabah Bamboo Biocharas Methylene Blue Adsorbent from Solution', *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(11), pp. 1617–1622. Available at: https://doi.org/10.21275/SR231113182226.
17. Makonjio Philip, O. *et al.* (2023) 'Efficiency of Pumice-Sand Granular Filter in Removing Effluent Wastes in Shirere Wastewater Treatment Plant in Kakamega County, Kenya', *American Academic Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 96(1), pp. 1–28. Available at: https://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/index.
18. Ndayako, A.S. *et al.* (2023) 'Assessing the Efficacy of Bio-Coagulants in Water Treatment', *European Journal of Applied Science, Engineering and Technology*, 1(1), pp. 20–29. Available at: https://doi.org/10.59324/ejaset.2023.1(1).03.
19. Nisar, N., Koul, B. and Koul, B. (2020) 'Application of Moringa Oleifera Lam. Seeds in Wastewater Treatment', *Plant Archives*, 21(supplement), pp. 2408–2417. Available at: https://doi.org/10.51470/plantarchives.2021.v21.s1.393.
20. Novarianti, N. and Amsal, A. (2022) 'Pengaruh Konstruksi Sumur Gali Dan Jarak Sumber Pencemar Terhadap Kualitas Bakteriologis Air di Wilayah Kerja Puskesmas Palolo', *Poltekita : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 16(2), pp. 170–174. Available at: https://doi.org/10.33860/jik.v16i2.686.

ISSN : 1907-8153 (Print)
e-ISSN : 2549-0567 (Online)

21. Nurhady, M.F., Ramlan, D. and Suparmin, S. (2022) 'Pengaruh Ketebalan Media Filtrasi sebagai Pengolahan Air terhadap Kekeruhan dan Bau Air Sumur Gali di Desa Kragilan Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang Tahun 2022', *Buletin Keslingmas*, 41(3), pp. 137–143. Available at: https://doi.org/10.31983/keslingmas.v41i3.8812.
22. Olabanji, T.O. *et al.* (2021) 'Assessment of Moringa oleifera Seeds as a Natural Coagulant in Treating Low Turbid Water', *FUOYE Journal of Engineering and Technology*, 6(4). Available at: https://doi.org/10.46792/FUOYEJET.V6I4.702.
23. Panjaitan, R.A. (2024) 'PROTOTYPE SISTEM PEMBERIAN NUTRISI OTOMATIS PADA TANAMAN HIDROPONIK SELADA DENGAN WICK SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THING (IoT)', *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2). Available at: https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4063.
24. Prabowo, B.H., Nursaidah, Z. and Safitri, F. (2019) 'Pengaruh H2O2 dalam Metode Koagulasi Pengolahan Air Payau Menggunakan Koagulan PAC dan Aluminium Sulfat', *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 18(02), pp. 101–107. Available at: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.
25. Reforma, B., Ma'arif, A. and Sunardi, S. (2022) 'Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekeruhan dan Jumlah Padatan Terlarut', *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(2), p. 66. Available at: https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i2.002.
26. Rohmawati, Y. and 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), p. 100. Available at: https://doi.org/10.21580/wjc.v3i2.6603.
27. Satyam, S. and Patra, S. (2024) 'Innovations and challenges in adsorption-based wastewater remediation: A comprehensive review', *Heliyon*, 10(9), p. e29573. Available at: https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E29573.
28. Sholihin, M., Perwira, I.Y. and Ernawati, N.M. (2021) 'Bahan Organik Terlarut Dan Parameter Yang Mempengaruhinya Di Bagian Hilir Tukad Mati, Bandung, Bali', *Current Trends in Aquatic Science*, 4(1), pp. 89–95.
29. Silalahi, M.I. *et al.* (2023) 'Kombinasi Adsorben Alam Dalam Pengolahan Air Limbah Cucian Pada Bengkel', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(2), pp. 122–127. Available at: https://doi.org/10.14710/jkli.22.2.122-127.
30. Udyani, K. *et al.* (2019) 'Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Bakau Menggunakan Gabungan Aktivasi Kimia dan Fisika dengan Microwave', *Jurnal IPTEK*, 23(1), pp. 39–46. Available at: https://doi.org/10.31284/j.iptek.2019.v23i1.479.
31. Worch, E. (2012) *Adsorption technology in water treatment*. de Gruyter Berlin.