



Efektivitas Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Keunggulan Alami Dalam Meningkatkan Kualitas Air Bersih Pada Wilayah Berisiko Stunting Di Aceh Besar

Noeroel Arham^{1*}, Lensoni², Erna Safitri³, Muyasir⁴, Feni Ufiani⁵, Dara Sartika⁶, Rinda Triarianti⁷, Maulidar⁸, Sutra Ima Munte⁹, Afra Ulaiya¹⁰, Nurbayani¹¹, Putri Alena¹², Rosya Indira¹³, Nurfazillah Suatman¹⁴, Novita Dara Vona¹⁵, Reysa Maulia¹⁶, Mirwanda¹⁷

✉ noeroelarham_fikes@abulyatama.ac.id

Abstrak: Kualitas air yang tidak memenuhi persyaratan dapat meningkatkan risiko penyakit berbasis lingkungan dan berkontribusi terhadap terjadinya stunting. Salah satu alternatif pengolahan air yang ramah lingkungan adalah penggunaan serbuk biji *Moringa oleifera* sebagai bio-koagulan alami. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas serbuk biji *Moringa oleifera* dalam meningkatkan kualitas air sumur pada wilayah berisiko stunting di Kabupaten Aceh Besar. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian pre-eksperimen menggunakan desain One Group Pretest–Posttest. Sampel air sumur berasal dari Kecamatan Baitussalam, Darussalam, dan Ingin Jaya. Parameter yang diukur meliputi pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), salinitas, *Oxidation Reduction Potential* (ORP), suhu, serta observasi kekeruhan. Hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai pH, TDS, salinitas, ORP, dan suhu, serta perubahan kondisi air dari keruh menjadi jernih setelah perlakuan. Disimpulkan bahwa serbuk biji *Moringa oleifera* efektif sebagai bio-koagulan alami dalam meningkatkan kualitas air sumur dan berpotensi mendukung penyediaan air bersih pada wilayah berisiko stunting.

Kata Kunci: *Moringa oleifera*; bio-koagulan; kualitas air; air sumur; stunting

Article Info:

Diterima: 15 Juli 2026; Disetujui: 21 Juli 2026; Dipublikasikan Daring: 20 Agustus 2026

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang berperan penting dalam menjaga kesehatan, meningkatkan kualitas hidup, dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Ketersediaan air yang memenuhi persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologi menjadi faktor utama dalam mencegah berbagai penyakit yang ditularkan melalui media air (*waterborne diseases*) serta menjaga kesehatan masyarakat secara menyeluruh. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menegaskan bahwa air minum yang aman harus tersedia dalam jumlah yang cukup, mudah

■
diakses, dan bebas dari kontaminan yang dapat membahayakan kesehatan. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air menjadi salah satu prioritas dalam upaya perlindungan kesehatan masyarakat dan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), khususnya tujuan ke-6 mengenai akses universal terhadap air bersih dan sanitasi yang layak ([WHO 2022](#)).

Kualitas air merupakan salah satu indikator utama dalam menentukan kelayakan air untuk memenuhi kebutuhan domestik dan menjaga kesehatan masyarakat. Air yang layak digunakan harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, dan biologi agar tidak menimbulkan risiko terhadap kesehatan manusia. Perubahan kualitas air dipengaruhi oleh kondisi geologi, aktivitas antropogenik, serta pencemaran lingkungan yang dapat mengubah karakteristik fisik maupun kimia air. Oleh karena itu, pemantauan kualitas air menjadi langkah penting dalam menjamin keamanan air yang digunakan oleh masyarakat ([WHO 2022](#)).

Penilaian kualitas air dilakukan melalui pengukuran berbagai parameter fisik dan kimia, seperti pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), *Electrical Conductivity* (EC), salinitas, *Specific Gravity* (S.G.), *Oxidation Reduction Potential* (ORP), dan suhu. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk menggambarkan karakteristik air serta mendeteksi perubahan kualitas yang disebabkan oleh proses alami maupun aktivitas manusia. Evaluasi terhadap parameter tersebut sangat penting karena dapat menjadi dasar dalam menentukan efektivitas suatu metode pengolahan air dan memastikan air memenuhi standar yang dipersyaratkan ([Krklješ et al. 2024](#)).

Salah satu alternatif yang berkembang dalam pengolahan air adalah pemanfaatan biji *Moringa oleifera* sebagai koagulan alami. Biji kelor mengandung protein kationik yang mampu menetralkan muatan partikel koloid sehingga partikel-partikel halus bergabung membentuk flok dan lebih mudah dipisahkan dari air. Selain efektif dalam memperbaiki kualitas air, bahan alami ini bersifat biodegradable, mudah diperoleh, serta lebih ramah lingkungan dibandingkan koagulan kimia sehingga berpotensi diterapkan sebagai teknologi pengolahan air yang berkelanjutan, khususnya pada daerah yang masih bergantung pada air sumur ([Benettayeb et al. 2022](#)).

Kualitas air yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan dapat meningkatkan risiko terjadinya berbagai penyakit berbasis lingkungan, seperti

■
diare, infeksi saluran pencernaan, dan penyakit lain yang ditularkan melalui air. Kondisi tersebut tidak hanya berdampak pada status kesehatan masyarakat secara umum, tetapi juga dapat mengganggu penyerapan zat gizi, terutama pada anak-anak. Paparan berulang terhadap air yang tidak aman berkontribusi terhadap terjadinya infeksi yang pada akhirnya dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan anak. Oleh karena itu, penyediaan air bersih yang aman menjadi salah satu komponen penting dalam upaya meningkatkan derajat kesehatan masyarakat ([United Nations Children's Fund \(UNICEF\) 2024](#)).

Stunting merupakan salah satu permasalahan gizi kronis yang masih menjadi tantangan kesehatan masyarakat di berbagai negara berkembang, termasuk Indonesia. Selain dipengaruhi oleh asupan gizi yang tidak memadai, kejadian stunting juga berkaitan dengan faktor lingkungan, khususnya akses terhadap air minum yang aman, sanitasi, dan higiene (*Water, Sanitation, and Hygiene/WASH*). Lingkungan yang tidak sehat meningkatkan risiko infeksi berulang sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan anak dalam jangka Panjang ([World Health Organization 2022](#)).

Kabupaten Aceh Besar masih menghadapi permasalahan stunting yang memerlukan perhatian melalui intervensi yang terintegrasi. Berdasarkan data prevalensi stunting bulan Mei 2026 dari Dinas Kesehatan Kabupaten Aceh Besar, Kecamatan Darussalam memiliki prevalensi stunting sebesar 23,7%, diikuti Kecamatan Baitussalam sebesar 22,3%, dan Kecamatan Ingin Jaya sebesar 14,4%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa upaya pencegahan stunting perlu dilakukan secara komprehensif melalui intervensi gizi spesifik maupun intervensi sensitif, termasuk penyediaan air bersih yang memenuhi persyaratan kesehatan. Oleh karena itu, penelitian mengenai efektivitas serbuk biji *Moringa oleifera* sebagai koagulan alami dalam meningkatkan kualitas air sumur menjadi penting sebagai salah satu upaya mendukung terciptanya lingkungan yang lebih sehat di wilayah dengan prevalensi stunting yang masih relatif tinggi ([Dinas Kesehatan Kabupaten Aceh Besar, 2026](#)).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa biji *Moringa oleifera* memiliki potensi sebagai koagulan alami dalam pengolahan air. Tinjauan integratif yang dilakukan oleh Figueiredo et al. (2022) menyimpulkan bahwa ekstrak biji kelor

■

mampu menurunkan kekeruhan, total padatan tersuspensi, serta memperbaiki kualitas fisik dan kimia air. Selain itu, penggunaan biji kelor dinilai lebih ramah lingkungan karena bersifat biodegradable dan dapat menjadi alternatif pengganti koagulan kimia pada proses pengolahan air (Figueiredo et al. 2022).

Penelitian lain oleh Chales et al. (2022) menunjukkan bahwa koagulan berbasis biji *Moringa oleifera* mampu memperbaiki karakteristik fisikokimia air melalui proses koagulasi dan flokulasi dengan efektivitas yang sebanding dengan koagulan konvensional. Penelitian tersebut juga menegaskan bahwa pengolahan ekstrak biji kelor berpengaruh terhadap kualitas air hasil pengolahan, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai teknologi pengolahan air yang lebih berkelanjutan dan aman bagi lingkungan (Chales et al. 2022).

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas biji *Moringa oleifera* sebagai koagulan alami, sebagian besar penelitian masih berfokus pada penurunan kekeruhan, *total suspended solids* (TSS), atau kontaminan tertentu, serta dilakukan pada air permukaan atau air limbah. Penelitian yang mengevaluasi efektivitas serbuk biji *Moringa oleifera* terhadap berbagai parameter fisik dan kimia air sumur, seperti pH, TDS, *Electrical Conductivity* (EC), salinitas, *Specific Gravity* (S.G.), *Oxidation Reduction Potential* (ORP), dan suhu, khususnya pada wilayah dengan prevalensi stunting yang masih tinggi, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengkaji efektivitas serbuk biji *Moringa oleifera* dalam meningkatkan kualitas air sumur pada tiga kecamatan di Kabupaten Aceh Besar yang memiliki prevalensi stunting relatif tinggi sehingga hasilnya diharapkan dapat mendukung upaya penyediaan air bersih sebagai bagian dari intervensi sensitif pencegahan stunting (Benettayeb et al. 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas serbuk biji *Moringa oleifera* sebagai koagulan alami dalam meningkatkan kualitas air sumur di Kecamatan Baitussalam, Darussalam, dan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar. Penilaian efektivitas dilakukan melalui perbandingan kualitas air sebelum dan sesudah perlakuan berdasarkan parameter pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), *Electrical Conductivity* (EC), salinitas, *Specific Gravity* (S.G.), *Oxidation Reduction Potential* (ORP), dan suhu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi ilmiah mengenai pemanfaatan koagulan alami berbahan biji

■
Moringa oleifera sebagai alternatif pengolahan air bersih serta memberikan kontribusi dalam mendukung penyediaan air yang aman di wilayah berisiko stunting.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian pre-eksperimen menggunakan desain One Group Pretest–Posttest Design. Penelitian bertujuan untuk mengetahui perubahan kualitas air sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan serbuk biji *Moringa oleifera* sebagai koagulan alami. Penelitian dilaksanakan selama satu minggu yang meliputi tahap persiapan, pengambilan sampel, pelaksanaan eksperimen, hingga analisis hasil. Sampel penelitian berupa air sumur yang diambil dari tiga kecamatan di Kabupaten Aceh Besar, yaitu Kecamatan Baitussalam, Kecamatan Darussalam, dan Kecamatan Ingin Jaya, dengan masing-masing kecamatan diwakili oleh satu sampel air sumur.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi botol sampel air, gelas beker, timbangan digital, pengaduk, saringan, kertas saring Whatman, pH meter, TDS meter, *Electrical Conductivity* (EC) meter, *Oxidation Reduction Potential* (ORP) meter, termometer, dan *stopwatch*. Bahan yang digunakan terdiri atas air sumur sebagai sampel penelitian dan biji *Moringa oleifera* yang telah dikeringkan, dipisahkan dari kulitnya, kemudian dihaluskan menjadi serbuk. Variabel yang diamati meliputi *Potential of Hydrogen* (pH), *Total Dissolved Solids* (TDS), salinitas, *Oxidation Reduction Potential* (ORP), dan suhu, serta dilakukan observasi visual terhadap tingkat kekeruhan air.

Penelitian diawali dengan pengambilan sampel air sumur dari ketiga lokasi penelitian, kemudian dilakukan pengukuran awal (*pretest*) terhadap parameter *Potential of Hydrogen* (pH), *Total Dissolved Solids* (TDS), salinitas, *Oxidation Reduction Potential* (ORP), dan suhu, serta dilakukan observasi visual terhadap tingkat kekeruhan air. Selanjutnya, serbuk biji *Moringa oleifera* dengan dosis 120 gram dalam 150 mL air dicampurkan ke dalam sampel air dan diaduk hingga homogen. Setelah proses pencampuran selesai, sampel air langsung disaring menggunakan kertas saring Whatman untuk memisahkan flok atau partikel hasil proses koagulasi. Filtrat hasil penyaringan kemudian diukur kembali (*posttest*)

terhadap parameter *Potential of Hydrogen* (pH), *Total Dissolved Solids* (TDS), salinitas, *Oxidation Reduction Potential* (ORP), dan suhu, serta dilakukan kembali observasi visual terhadap kekeruhan air.

Data hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan perubahan nilai setiap parameter kualitas air serta perubahan kondisi kekeruhan secara visual, kemudian dibandingkan dengan baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian merupakan penyajian data yang diperoleh dari proses pengumpulan dan pengukuran berdasarkan metode yang telah ditetapkan. Penyajian hasil secara sistematis bertujuan untuk menggambarkan kondisi objek penelitian serta menjadi dasar dalam melakukan pembahasan terhadap temuan yang diperoleh. Pembahasan selanjutnya dilakukan dengan menginterpretasikan hasil pengukuran dan membandingkannya dengan baku mutu maupun hasil penelitian terdahulu sehingga dapat menjelaskan keterkaitan antara perlakuan yang diberikan dan perubahan yang terjadi pada parameter yang diamati.

Pada penelitian ini, hasil yang disajikan merupakan data pengukuran kualitas air sumur sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pemberian perlakuan menggunakan serbuk biji *Moringa oleifera*. Parameter yang diamati meliputi *Potential of Hydrogen* (pH), *Total Dissolved Solids* (TDS), salinitas, *Oxidation Reduction Potential* (ORP), suhu, serta kondisi kekeruhan air berdasarkan observasi visual. Hasil pengukuran tersebut disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan perbandingan perubahan nilai setiap parameter setelah perlakuan, kemudian dibahas dengan mengacu pada baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air Sebelum dan Sesudah Perlakuan

PARAMETER	BAITUSSALAM		DARUSSALAM		INGIN JAYA	
	SEBEL UM	SESUD AH	SEBEL UM	SESUD AH	SEBEL UM	SESUD AH
Potential of Hydrogen (pH)	8,67	8,51	8,67	8,20	8,32	8,23

Total Dissolved Solids (TDS)	499 ppm	445 ppm	373 ppm	131 ppm	295 ppm	229 ppm
Salinity	0,05 ‰	0,04 ‰	0,03 ‰	0,01 ‰	0,02 ‰	0,02 ‰
Oxidation Reduction Potential (ORP)	0,42 mV	0,61 mV	0,52 mV	0,66 mV	0,61 mV	0,82 mV
Temperature	28,3 °C	28,0 °C	28,1 °C	27,3 °C	28,0 °C	27,2 °C
Kekeruhan	Keruh	Jernih	Keruh	Jernih	Keruh	Jernih

Berdasarkan Tabel 1, hasil pengukuran menunjukkan bahwa pemberian perlakuan menggunakan serbuk biji *Moringa oleifera* menyebabkan perubahan pada seluruh parameter kualitas air yang diamati di ketiga lokasi penelitian, yaitu Kecamatan Baitussalam, Darussalam, dan Ingin Jaya. Nilai *Potential of Hydrogen* (pH) mengalami sedikit penurunan pada semua sampel, yaitu dari 8,67 menjadi 8,51 di Kecamatan Baitussalam, dari 8,67 menjadi 8,20 di Kecamatan Darussalam, dan dari 8,32 menjadi 8,23 di Kecamatan Ingin Jaya. Meskipun terjadi penurunan, seluruh nilai pH setelah perlakuan masih berada pada kondisi basa (pH > 7). Penurunan ini menunjukkan bahwa penambahan serbuk biji kelor mampu mengurangi tingkat kebasaaan air, namun belum mengubah sifat air menjadi netral ataupun asam. Dengan demikian, perlakuan menggunakan serbuk biji kelor memberikan pengaruh terhadap nilai pH, meskipun perubahan yang terjadi relatif kecil.

Parameter *Total Dissolved Solids* (TDS) menunjukkan penurunan pada seluruh sampel air, yaitu dari 499 ppm menjadi 445 ppm di Kecamatan Baitussalam, dari 373 ppm menjadi 131 ppm di Kecamatan Darussalam, dan dari 295 ppm menjadi 229 ppm di Kecamatan Ingin Jaya. Nilai salinitas juga mengalami penurunan pada sampel air Kecamatan Baitussalam dan Darussalam, masing-masing dari 0,05 ‰ menjadi 0,04 ‰ dan dari 0,03 ‰ menjadi 0,01 ‰, sedangkan pada Kecamatan Ingin Jaya tetap sebesar 0,02 ‰. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan serbuk biji *Moringa oleifera* mampu mengurangi jumlah padatan terlarut serta menurunkan kadar garam atau ion terlarut dalam air. Penurunan ini mengindikasikan bahwa proses koagulasi oleh protein kationik yang terkandung dalam biji kelor berperan dalam mengikat partikel dan sebagian zat terlarut sehingga lebih mudah mengendap atau terpisah dari air.

■

Nilai *Oxidation Reduction Potential* (ORP) mengalami peningkatan pada seluruh lokasi penelitian, yaitu dari 0,42 mV menjadi 0,61 mV di Kecamatan Baitussalam, dari 0,52 mV menjadi 0,66 mV di Kecamatan Darussalam, dan dari 0,61 mV menjadi 0,82 mV di Kecamatan Ingin Jaya. Peningkatan nilai ORP menunjukkan bahwa kemampuan oksidatif air meningkat setelah perlakuan menggunakan serbuk biji *Moringa oleifera*. Semakin tinggi nilai ORP, semakin besar kemampuan air dalam mengoksidasi senyawa pencemar dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

Demikian pula dengan suhu air yang mengalami sedikit penurunan setelah perlakuan, yaitu dari 28,3 °C menjadi 28,0 °C di Kecamatan Baitussalam, dari 28,1 °C menjadi 27,3 °C di Kecamatan Darussalam, dan dari 28,0 °C menjadi 27,2 °C di Kecamatan Ingin Jaya.

Berdasarkan hasil observasi visual, kondisi kekeruhan air pada ketiga sampel juga mengalami perubahan setelah perlakuan. Seluruh sampel yang semula tampak keruh berubah menjadi jernih setelah dilakukan pencampuran menggunakan serbuk biji *Moringa oleifera* dan proses penyaringan. Secara umum, hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan kualitas air pada seluruh parameter yang diamati setelah pemberian perlakuan menggunakan serbuk biji *Moringa oleifera*.

Pemberian serbuk biji *Moringa oleifera* menunjukkan adanya perbaikan kualitas air pada seluruh sampel yang berasal dari Kecamatan Baitussalam, Darussalam, dan Ingin Jaya. Perbaikan tersebut ditunjukkan oleh penurunan nilai Potential of Hydrogen (pH), Total Dissolved Solids (TDS), salinitas, serta suhu, peningkatan nilai Oxidation Reduction Potential (ORP) disertai perubahan kondisi air dari keruh menjadi jernih berdasarkan hasil observasi visual. Hasil ini sejalan dengan penelitian Hounsinnou et al. (2023) yang menyatakan bahwa biji *Moringa oleifera* mengandung senyawa koagulan alami yang efektif meningkatkan kualitas air melalui proses koagulasi dan flokulasi (Hounsinnou et al. 2023).

Ketersediaan air yang berkualitas merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung kesehatan masyarakat, khususnya pada keluarga yang memiliki balita. Air yang tidak memenuhi persyaratan kualitas dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit berbasis lingkungan, seperti diare, yang berpotensi mengganggu penyerapan zat gizi dan berdampak pada pertumbuhan anak. Oleh

■ karena itu, peningkatan kualitas air melalui penggunaan bio-koagulan alami, seperti serbuk biji *Moringa oleifera*, dapat menjadi salah satu upaya pendukung dalam menciptakan lingkungan yang lebih sehat sehingga mendukung intervensi sensitif percepatan penurunan stunting ([United Nations Children's Fund \(UNICEF\) 2024](#)).

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan serbuk biji *Moringa oleifera* tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas air secara fisik dan kimia, tetapi juga memiliki nilai strategis dalam mendukung program kesehatan lingkungan. Hal ini sejalan dengan pendekatan *Water, Sanitation, and Hygiene* (WASH) yang menekankan pentingnya penyediaan air minum yang aman sebagai bagian dari upaya pencegahan penyakit infeksi dan peningkatan status gizi masyarakat. Dengan demikian, penggunaan bio-koagulan alami dari biji *Moringa oleifera* dapat menjadi salah satu alternatif teknologi sederhana yang mendukung upaya pencegahan stunting melalui penyediaan air yang lebih berkualitas ([UNICEF 2024](#)).

Mekanisme koagulasi biji *Moringa oleifera* terjadi karena adanya protein kationik larut air yang mampu menetralkan muatan negatif partikel koloid. Setelah muatan partikel dinetralkan, partikel-partikel tersebut saling berikatan membentuk flok yang lebih besar sehingga mudah dipisahkan melalui filtrasi maupun sedimentasi. Proses ini berkontribusi terhadap penurunan padatan tersuspensi, zat organik, serta peningkatan kejernihan air ([Al-Jadabi et al. 2023](#)).

Selain memiliki kemampuan sebagai koagulan alami, biji *Moringa oleifera* juga bersifat ramah lingkungan karena mudah terurai (*biodegradable*), tersedia melimpah, dan menghasilkan residu yang lebih sedikit dibandingkan koagulan kimia. Kandungan protein kationik, polielektrolit alami, dan senyawa fenolik pada biji kelor berperan dalam mengikat partikel tersuspensi sehingga efektif memperbaiki kualitas air pada berbagai jenis sumber air ([Moreno et al. 2026](#)).

Hasil penelitian ini juga didukung oleh tinjauan sistematis yang dilakukan oleh Tamayo, Leyva, and Marin (2023) yang melaporkan bahwa penggunaan biji *Moringa oleifera* sebagai koagulan alami mampu menurunkan kekeruhan air dengan efisiensi mencapai 70–99%, bergantung pada karakteristik air baku dan dosis yang digunakan. Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian ini, di mana seluruh

parameter kualitas air menunjukkan perubahan ke arah yang lebih baik setelah perlakuan menggunakan serbuk biji *Moringa oleifera* (Tamayo et al. 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemberian serbuk biji *Moringa oleifera* efektif dalam meningkatkan kualitas air sumur pada tiga lokasi penelitian, yaitu Kecamatan Baitussalam, Darussalam, dan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar. Perbaikan kualitas air ditunjukkan dengan terjadinya penurunan nilai pH, TDS, salinitas, dan suhu, serta peningkatan nilai Oxidation Reduction Potential (ORP) setelah perlakuan. Selain itu, berdasarkan hasil observasi visual, kondisi air yang semula keruh berubah menjadi lebih jernih setelah diberikan perlakuan menggunakan serbuk biji *Moringa oleifera*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa serbuk biji *Moringa oleifera* memiliki potensi sebagai bio-koagulan alami yang mampu memperbaiki kualitas air melalui mekanisme koagulasi dan flokulasi. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk mengetahui efektivitas serbuk biji *Moringa oleifera* dalam meningkatkan kualitas air bersih pada wilayah berisiko stunting di Kabupaten Aceh Besar telah tercapai. Peningkatan kualitas air tersebut diharapkan dapat mendukung penyediaan air yang lebih layak untuk keperluan higiene dan sanitasi sebagai salah satu intervensi sensitif dalam upaya pencegahan stunting.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jadabi, Naif, Mohamed Laaouan, Souad El Hajjaji, Jamal Mabrouki, Maria Benbouzid, and Driss Dhiba. 2023. "The Dual Performance of Moringa Oleifera Seeds as Eco-Friendly Natural Coagulant and as an Antimicrobial for Wastewater Treatment: A Review." *Sustainability* 15(5):4280. doi:10.3390/su15054280.
- Benettayeb, Asmaa, Muhammad Usman, Coffee Calvin Tinashe, Traore Adam, and Boumediene Haddou. 2022. "A Critical Review with Emphasis on Recent Pieces of Evidence of Moringa Oleifera Biosorption in Water and Wastewater Treatment." *Environmental Science and Pollution Research* 29(32):48185–209. doi:10.1007/s11356-022-19938-w.
- Chales, Geane Garcia, Beatriz Siqueira Tihameri, Noala Vicensoto Moreira Milhan,

-
- Cristiane Yumi Koga-Ito, Maria Lúcia Pereira Antunes, and Adriano Gonçalves dos Reis. 2022. "Impact of Moringa Oleifera Seed-Derived Coagulants Processing Steps on Physicochemical, Residual Organic, and Cytotoxicity Properties of Treated Water." *Water* 14(13):2058. doi:10.3390/w14132058.
- Figueiredo, Maria Thalillian Santos, Claudimary Bispo dos Santos, Maria Hilma dos Santos, Dayane Kelly da Silva, and Thaisy Lúcia Ribeiro Oliveira. 2022. "Tratamento de Água Utilizando Extrato de Sementes de Moringa Oleifera: Uma Revisão Integrativa." *Research, Society and Development* 11(2):e41411225889. doi:10.33448/rsd-v11i2.25889.
- Hounsino, Parfait Sagnon, Fidèle Mahoudo Assogba, Miriam Hounsino, Julien Adoukpè, Lyde Sèwèdo Arsène Tométin, Achille Comlan Dedjiho, Waris Kéwouyèmi Chouti, Daouda Mama, Joachim Djimon Gbénou, and Eléonore Yayi Ladekan. 2023. "New Method of Producing a More Efficient Coagulant for the Treatment of Water from Seeds of Moringa Oleifera." *MethodsX* 11:102485. doi:10.1016/j.mex.2023.102485.
- Krkļješ, Damir B., Goran V. Kitić, Csaba M. Petes, Slobodan S. Birgermajer, Jovana D. Stanojev, Branimir M. Bajac, Marko N. Panić, Vasa M. Radonić, Ilija D. Brčeski, Rok M. Štravs, Nikolina N. Janković, and Jovan B. Matović. 2024. "Multiparameter Water Quality Monitoring System for Continuous Monitoring of Fresh Waters." *IEEE Sensors Journal* 24(7):11246–60. doi:10.1109/JSEN.2024.3368560.
- Moreno, Diana J., Consuelo C. Romero, and Daniel F. Lovera. 2026. "Applications and Uses of Moringa Oleifera Seeds for Water Treatment, Agricultural Fertilization, and Nutraceuticals." *Sustainability (Switzerland)* 18(1):3. doi:10.3390/su18010003.
- Tamayo, Jesús Alberto Vegas, Maarja Ariana Muñoz Leyva, and Magda Velásquez Marin. 2023. "Use of Moringa Oleifera as a Natural Coagulant for Turbidity Removal in Surface Waters in the Last 10 Years: A Review of the Scientific Literature." *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* 2023-July:1–9. doi:10.18687/laccei2023.1.1.575.
- UNICEF. 2024. *The State of Food Security and Nutrition in the World: Financing to*

■

End Hunger and Malnutrition.

United Nations Children's Fund (UNICEF). 2024. "Strengthening Water and Sanitation Systems to Improve Child Nutrition and Development Outcomes: Brief Technical Guidance. New York: UNICEF."

WHO. 2022. *Guidelines for Drinking Water Quality 2022*. Vol. 44.

World Health Organization, UNICEF & World Bank. 2022. *State of the World 's*.