

EFEKTIFITAS BIJI KELOR (*MORINGA OLEIFERA*) DALAM MENURUNKAN TINGKAT KEKERUHAN DAN KADAR BESI (*Fe*) PADA AIR SUMUR GALI DI KELURAHAN ANTANG KOTA MAKASSAR

Andi Asliana Saina^{1*}, Elyanovianti², Mardani Lukman³

Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Yapika Makassar^{1,2,3}

*Corresponding Author : 4ndi.4sliana@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan unsur yang sangat vital dalam kehidupan. Bagi manusia, air digunakan untuk kebutuhan hidup sehari-hari seperti minum, masak, mandi, mencuci dan sebagainya. Pertumbuhan jumlah penduduk mengakibatkan permintaan akan air bersih pun ikut meningkat. Sementara pada sisi yang lain, air bersih belum mampu memenuhi semua kebutuhan manusia sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas (*moringa oleifera*) dalam menurunkan tingkat kekeruhan dan kadar besi (*Fe*) pada air sumur gali di Kelurahan Antang di Kota Makassar Tahun 2023. Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis penelitian yang bersifat eksperimen menggunakan desain pre test dan post test. Populasi dalam penelitian ini adalah sumur gali yang ada di Kelurahan Antang. Sampel sumur gali sebanyak 5 sumur di Kelurahan Antang dan serbuk biji kelor dengan masing-masing dosis perlakuan 400 mg, 500 mg dan 600 mg. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan tingkat kekeruhan air sesudah mendapatkan pembubuhan serbuk biji kelor dengan dosis sebanyak 400 mg, 500 mg dan 600 mg, dan sudah memenuhi standar kualitas air bersih. Terjadi penurunan kandungan kadar besi (*Fe*) air sesudah mendapat perlakuan dengan dosis sebanyak 400 mg, 500 mg dan 600 mg. Masyarakat sebaiknya melakukan pengolahan terlebih dahulu untuk menurunkan kekeruhan dan kadar besi (*Fe*) pada air sumur gali, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan biji kelor sebagai koagulan alami sumur gali pada parameter lainnya dan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh konsentrasi dan lama pengadukan.

Kata kunci : efektifitas biji kelor, kadar besi, kekeruhan, sumur gali

ABSTRACT

*Water is a very vital element in life. For humans, water is used for daily living needs such as drinking, cooking, bathing, washing and so on. Population growth has resulted in the demand for clean water also increasing. Meanwhile, on the other hand, clean water is not yet able to meet all daily human needs. This research aims to determine the effectiveness of (*moringa oleifera*) in reducing the level of turbidity and iron (*Fe*) content in dug well water in Antang Village in Makassar City in 2023. The type of research used in this research is experimental research using a pre-test and post-test design. The population in this study were dug wells in Antang Village. Samples from 5 wells dug in Antang Village and Moringa seed powder with each treatment dose of 400 mg, 500 mg and 600 mg. The results of the research showed that there was a decrease in the level of water turbidity after receiving moringa seed powder in doses of 400 mg, 500 mg and 600 mg, and it met clean water quality standards. There was a decrease in the iron (*Fe*) content of the water after receiving treatment with doses of 400 mg, 500 mg and 600 mg. Communities should carry out processing first to reduce turbidity and iron (*Fe*) levels in dug well water. There is a need for further research on the ability of moringa seeds as a natural coagulant for dug wells on other parameters and further research on the effect of concentration and mixing time.*

Keywords : effectiveness of moringa seeds, turbidity, iron content and dug wells

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya yang memiliki peran penting dalam keberlangsungan hidup seluruh makhluk hidup. Ketersediaan air bersih sangat diperlukan di

berbagai aspek kehidupan. apabila kebutuhan air bersih tidak terpenuhi maka kehidupan seluruh makhluk hidup di atas bumi utamanya bagi manusia bisa terancam. Oleh karena itu diperlukan perhatian besar dalam pemanfaatan dan pengelolaannya. Penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat merupakan salah satu skema penting dalam menjamin kebutuhan dasar masyarakat. (Sofyan A. P et al. 2023).

Berdasarkan perhitungan *World Health Organization* (WHO) tentang kebutuhan air pada setiap individu di negara maju yaitu berkisar 60 hingga 120 liter per hari. sedangkan, pada negara berkembang kurang lebih sebanyak 30 hingga 60 liter air per hari yang dibutuhkan pada setiap orang (Ramadhan et al. 2023).

Kota Makassar merupakan salah satu kota terbesar yang memiliki jumlah penduduk terpadat di Indonesia bagian timur dan memiliki keterbatasan dalam penyediaan air bersih bagi penduduknya. Akan tetapi pelayanan air bersih dari PDAM belum sepenuhnya dapat menjangkau seluruh daerah. Jadi untuk mengatasi hal tersebut, sebagian besar penduduk di kecamatan menggunakan fasilitas air bersih bersumber dari sumur gali dan sumur bor. Masyarakat di Makassar mengambil air tanah dengan menggunakan sumur gali dan sumur bor melalui pompa listrik atau secara manual menggunakan timba karena air tanah merupakan sumber air bersih utama untuk penggunaan skala pemukiman.

Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 yang mengatur tentang persyaratan kualitas air bersih telah menetapkan standar baku mutu air bersih yang menunjukkan suatu air bersih telah memenuhi persyaratan kesehatan dan dapat digunakan jika kadar yang maksimum kekeruhan air pada air bersih yaitu ≤ 25 NTU. Sementara logam besi mempunyai standar baku mutu 1,0 mg/l. Apabila kadar kedua logam berat itu melebihi baku mutu, maka air bersih tersebut tidak memenuhi syarat dan harus dilakukan pengolahan sebelum dipakai untuk keperluan sehari-hari karena tidak layak konsumsi (Permenkes No. 41/MENKES/PER/IX/1990 1990).

Salah satu alternatif koagulan alami yaitu dengan memanfaatkan biji kelor untuk penjernihan air. Biji kelor dapat digunakan sebagai penjernih air karena biji kelor mengandung protein bermuatan positif yang dapat berperan sebagai polielektrolit kationik. Protein tersebut mengandung asam amino yang dilarutkan kedalam air dan akan mengalami ionisasi alami atau disosiasi (Harahap, Sirait, and Yusuf Lubis 2023).

Bahan-bahan koagulan alami seperti biji kelor dimungkinkan dapat menggantikan bahan koagulan sintetis, sehingga permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat dan industri dapat teratasi. Disisi lain pemanfaatan biji kelor yang selama ini jarang digunakan tentunya akan membantu meningkatkan perekonomian petani yang menanam pohon kelor tersebut selain itu caranya mudah diaplikasikan, tidak berbahaya bagi kesehatan, ekonomis serta kualitas air menjadi lebih jernih (Ariyatun et al. 2018). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas biji kelor (*moringa oleifera*) dalam menurunkan kekeruhan dan kadar besi (Fe) pada sumur gali di Kelurahan Antang kota Makassar yang merupakan salah satu kelurahan yang memanfaatkan air bersih bersumber dari sumur gali.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen (Experiment) dengan desain penelitian *pre test-post test*, dimana terdapat pretest sebelum diberi perlakuan dan post test sesudah diberi perlakuan. Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Antang Kecamatan Manggala Kota Makassar dan lab peneliti yang digunakan yaitu di Workshop Kesling Poltekes Makassar pada bulan Juni-Juli tahun 2023. Populasi dalam penelitian ini adalah sumur gali yang ada di Kelurahan Antang. Banyaknya sampel pada penelitian ini adalah 5 sampel air sumur gali sebanyak 15 liter, yang mendapat perlakuan berupa pembubuhan biji kelor, yaitu dengan dosis 400 mg, 500 mg dan 600 mg.

HASIL

Data dari hasil pemeriksaan konsentrasi kualitas air sumur gali berupa kekeruhan dan kandungan ion besi sebelum dan sesudah diberi perlakuan berupa koagulan biji kelor yang didapatkan dari hasil pemeriksaan di lapangan dan uji laboratorium Kemudian disajikan dalam bentuk tabel yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif, yaitu interpretasi dan deskripsidari data yang diperoleh berdasar pada kriteria objektif untuk mengetahui seberapa efektif biji kelor sebagai koagulan dalam menurunkan kekeruhan dan kadar ion besi pada sumur gali.

Pemeriksaan Kekeruhan Sebelum dan Sesudah Diberi Penambahan Bubuk Biji Kelor**Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kekeruhan Sebelum dan Sesudah Diberi Penambahan Bubuk Biji Kelor dengan Dosis 400 mg**

Dosis 400 mg	Kadar kekeruhan (NTU)		Rata-Rata Persentase Tingkat Penurunan	Ket	Nilai Standar Baku Mutu Air Bersih untuk kekeruhan yaitu 25 NTU
	Sebelum Uji	Setelah Uji			
Sumur 1	26,70	5,86	78,05%	MS	Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017)
Sumur 2	30,25	1,90	93,72%	MS	
Sumur 3	37,7	11,42	69,71%	MS	
Sumur 4	28,5	1,95	93,16%	MS	
Sumur 5	32,9	18,0	45,29%	MS	

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa hasil rata-rata pemeriksaan uji dosis serbuk biji kelor pada dosis 400 mg ditinjau dari parameter Kekeruhan pada semua sumur gali setelah perlakuan memenuhi syarat standar baku mutu. Nilai rata-rata penurunan kekeruhan pada dosis 400 mg yaitu 23,39 NTU.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Kekeruhan Sebelum dan Sesudah Diberi Penambahan Bubuk Biji Kelor dengan Dosis 500 mg

Dosis 500 mg	Kadar kekeruhan (NTU)		Rata-Rata Persentase Tingkat Penurunan	Ket	Nilai Standar Baku Mutu Air Bersih Untuk Kekeruhan yaitu Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017)
	Sebelum Uji	Setelah Uji			
Sumur 1	26,70	5,30	80,15%	MS	Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017)
Sumur 2	30,25	1,89	93,75%	MS	
Sumur 3	37,7	11,42	69,71%	MS	
Sumur 4	28,5	2,44	91,44%	MS	
Sumur 5	32,9	9,94	69,79%	MS	

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kekeruhan Sebelum dan Sesudah Diberi Penambahan Bubuk Biji Kelor dengan Dosis 600 mg

Dosis 600 mg	Kadar kekeruhan (NTU)		Rata-Rata Persentase Tingkat Penurunan	Ket	Nilai Standar Baku Mutu Air Bersih Untuk Kekeruhan yaitu Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017)
	Sebelum Uji	Setelah Uji			
Sumur 1	26,70	2,98	88,84%	MS	Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017)
Sumur 2	30,25	1,69	94,41%	MS	
Sumur 3	37,7	10,04	73,37%	MS	
Sumur 4	28,5	2,68	90,60%	MS	
Sumur 5	32,9	4,62	85,96%	MS	

Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa pemeriksaan uji dosis serbuk biji kelor ditinjau dari parameter Kekeruhan, semua perlakuan memenuhi syarat standar baku mutu dan rata-rata nilai penurunan kekeruhan pada dosis 500 mg adalah 25,01 NTU.

Berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa pemeriksaan uji dosis serbuk biji kelor ditinjau dari parameter Kekeruhan semua perlakuan telah memenuhi syarat standar baku mutu. Nilai rata-rata penurunan Kekeruhan pada perlakuan dosis 600 mg adalah 26,80 NTU.

Pemeriksaan Kadar Besi (Fe) Sebelum dan Sesudah Diberi Penambahan Bubuk Biji Kelor dengan Dosis

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Kadar Besi (Fe) Sebelum dan Sesudah Diberi Penambahan Bubuk Biji Kelor dengan Dosis 400 mg

Dosis 400 mg	Kadar Besi (Fe)		Rata-Rata Persentase Tingkat Penurunan	Ket	Nilai Standar Baku Mutu Air Bersih Untuk Kekeruhan yaitu Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017)
	Sebelum Uji	Setelah Uji			
Sumur 1	1,8	0,78	56,67%	MS	
Sumur 2	1,5	0,09	94%	MS	
Sumur 3	1,9	0,53	72,11%	MS	
Sumur 4	1,8	0,2	88,89%	MS	
Sumur 5	2,01	0,52	74,13%	MS	

Berdasarkan tabel 4 diketahui bahwa hasil pemeriksaan uji dosis serbuk biji kelor ditinjau dari parameter besi (Fe) menyatakan semua perlakuan memenuhi syarat standar baku mutu. Nilai rata-rata penurunan Fe pada perlakuan dosis 400 mg yaitu sebesar 1,4 mg/L.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Kadar Besi (Fe) Sebelum dan Sesudah Diberi Penambahan Bubuk Biji Kelor dengan Dosis 500 mg

Dosis 500 mg	Kadar Besi (Fe)		Rata-Rata Persentase Tingkat Penurunan	Ket	Nilai Standar Baku Mutu Air Bersih Untuk Kekeruhan yaitu Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017)
	Sebelum Uji	Setelah Uji			
Sumur 1	1,8	0,22	87,78%	MS	
Sumur 2	1,5	0,05	96,67%	MS	
Sumur 3	1,9	0,53	72,11%	MS	
Sumur 4	1,8	0,11	93,89%	MS	
Sumur 5	2,01	0,31	84,57%	MS	

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Kadar Besi (Fe) Sebelum dan Sesudah Diberi Penambahan Bubuk Biji Kelor dengan Dosis 600 mg

Dosis 600 mg	Kadar Besi (Fe)		Rata-Rata Persentase Tingkat Penurunan	Ket	Nilai Standar Baku Mutu Air Bersih Untuk Kekeruhan yaitu Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017
	Sebelum Uji	Setelah Uji			
Sumur 1	1,8	0,16	91,11%	MS	
Sumur 2	1,5	0,19	87,33%	MS	
Sumur 3	1,9	0,15	92,11%	MS	
Sumur 4	1,8	0,3	83,33%	MS	
Sumur 5	2,01	0,61	69,65%	MS	

Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa hasil pemeriksaan uji dosis serbuk biji kelor ditinjau dari parameter besi (Fe) menyatakan semua perlakuan memenuhi syarat standar baku mutu. Nilai rata-rata penurunan Fe pada perlakuan dosis 500 mg yaitu 1,5 mg/L.

Berdasarkan tabel 6 diketahui bahwa hasil pemeriksaan uji dosis serbuk biji kelor ditinjau dari parameter besi (Fe) menyatakan semua perlakuan telah memenuhi syarat standar baku mutu. Nilai penurunan rata-rata Fe pada perlakuan dosis 600 mg yaitu sebesar 1,5 mg/L.

PEMBAHASAN

Kekeruhan

Berdasarkan hasil tentang uji pemberian dosis serbuk biji kelor sebagai koagulan alami terhadap air sumur gali yang ditinjau dari parameter kekeruhan setelah perlakuan pembubuhan serbuk biji kelor pada dosis 400 mg diperoleh data bahwa terjadi penurunan tingkat kekeruhan pada semua air sumur gali dan mencapai standar baku mutu air sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017). Penurunan paling signifikan pada dosis 400 mg terjadi pada air sumur gali 2 yang mencapai persentase tingkat penurunan hingga 93,72 % yang awalnya 30,25 NTU turun menjadi 1,90 NTU.

Pada perlakuan pembubuhan serbuk biji kelor pada dosis 500 mg diperoleh data bahwa terjadi penurunan tingkat kekeruhan pada semua air sumur gali dan mencapai standar baku mutu air sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017. Penurunan paling signifikan pada dosis 500 mg terjadi pada air sumur gali 2 yang mencapai persentase tingkat penurunan hingga 93,75 % yang awalnya 30,25 NTU turun menjadi 1,89 NTU.

Pada perlakuan pembubuhan serbuk biji kelor pada dosis 600 mg diperoleh data bahwa terjadi penurunan tingkat kekeruhan pada semua air sumur gali hingga mencapai persentase di atas 70 % pada semua air sumur gali dan penurunan tingkat kekeruhan yang paling signifikan pada dosis 600 mg terjadi pada air sumur gali 2 dengan persentase tingkat penurunan 94,41 % yang awalnya 30,25 NTU menjadi 1,69 NTU.

Pemanfaatan biji kelor sebagai penjernih air adalah salah satu cara yang cukup efektif dan efisien karena bahan baku dan teknik penjernihannya tidak rumit, sederhana dan murah. Berdasarkan hasil penelitian Ariyatun, dkk (2018) diketahui bahwa penggunaan biji kelor untuk penjernihan air efektif karena biji kelor bersifat sebagai koagulan dalam pengendapan flok. (Ariyatun et al. 2018)

Menurut Harahap, dkk (2023) dalam penelitiannya bahwa dosis koagulan sangat berpengaruh pada penurunan kekeruhan dengan memberikan dosis yang tepat maka penurunan kekeruhan pada air akan semakin signifikan. Seiring penambahan koagulan terjadi peningkatan nilai kekeruhan pada air. Ini dikareakan flok-flok tidak akan terbentuk sehingga meningkatkan kembali kekeruhan pada air. Jika komposisi koagulan dinaikkan lagi maka jumlah partikel kekeruhan akan berkurang dan signifikan, ini terjadi karena tidak semua partikel koagulan bereaksi membentuk flok-flok dalam air. (Harahap, Sirait, and Yusuf Lubis 2023)

Besi (Fe)

Berdasarkan hasil rata-rata tentang uji pemberian dosis serbuk biji kelor sebagai koagulan alami terhadap air sumur gali yang ditinjau dari parameter Besi (Fe) setelah perlakuan pembubuhan serbuk biji kelor pada dosis 400 mg diperoleh data bahwa terjadi penurunan tingkat kadar besi pada semua air sumur gali dan mencapai standar baku mutu air sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017). Penurunan paling signifikan pada dosis 400 mg terjadi pada air sumur gali 2 yang mencapai persentase tingkat penurunan hingga 94 % yang awalnya 1,5 mg turun

menjadi 0,09 mg. Pada perlakuan pembubuhan serbuk biji kelor pada dosis 500 mg diperoleh data bahwa terjadi penurunan tingkat kadar besi mencapai persentase di atas 70 % pada semua air sumur gali dan penurunan tingkat kadar besi yang paling signifikan pada dosis 600 mg terjadi pada air sumur gali 2 dengan persentase tingkat penurunan 96,67 % yang awalnya 1,5 mg menjadi 0,05 mg.

Pada perlakuan pembubuhan serbuk biji kelor pada dosis 600 mg diperoleh data bahwa terjadi penurunan tingkat kadar besi pada semua air sumur gali dan mencapai standar baku mutu air sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 (Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2017). Penurunan paling signifikan pada dosis 500 mg terjadi pada air sumur gali 3 yang mencapai persentase tingkat penurunan hingga 92,11 % yang awalnya 1,9 mg menjadi 0,15.

Menurut Nand, dkk (2012) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa serbuk biji kelor merupakan bahan alami pembersih cemaran logam yang relatif sama efektifnya jika dilakukan dengan cara pembersihan menggunakan bahan kimia. Serbuk biji kelor juga memiliki kandungan protein kationik yang mengandung zat aktif *4-alfa-4-rhamon-siloxylbenzyl-isothiocyanate*. Zat aktif inilah yang mampu mengkoagulasi dan menetralkan muatan negatif yang ada didalam air dengan mekanisme *adsorbs*. Jadi, dengan menggunakan serbuk biji kelor ini yang akan menarik logam berat yang bermuatan positif pada air. (Nand 2012)

KESIMPULAN

Terjadi penurunan tingkat kekeruhan dan kadar besi (Fe) pada air sumur gali sesudah mendapatkan perlakuan pembubuhan serbuk biji kelor dengan dosis 400 mg, 500 mg, 600 mg dan telah memenuhi syarat standar baku mutu air.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung dalam proses penelitian dan penulisan artikel ini. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan artikel ini sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan. Semoga artikel ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyatun, Ariyatun, Puji Ningrum, Musyarofah Musyarofah, and Nurul Inayah. 2018. "Analisis Efektivitas Biji Dan Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Untuk Penjernihan Air." *Walisongo Journal of Chemistry* 1(2): 60. doi:10.21580/wjc.v2i2.3103.
- Harahap, Lili Anriani, Ratni Sirait, and Ridwan Yusuf Lubis. 2023. "EFEKTIVITAS BIJI KELOR PADA PROSES KOAGULASI UNTUK PENURUNAN KEKERUHAN, LOGAM (Fe), DAN ZAT ORGANIK (KMnO₄) PADA AIR." *Journal Online of Physics* 8(2): 66–69. doi:10.22437/jop.v8i2.20970.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2017. "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua Dan Pemandian Umum." *Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia*: 1–20.
- Nand, Vikashni. 2012. "Water Purification Using *Moringa Oleifera* and Other Locally Available Seeds in Fiji for Heavy Metal Removal." *International Journal of Applied Science and Technology Vol.* 2(5): 125–29.
- Permenkes No. 41/MENKES/PER/IX/1990. 1990. "Permenkes No. 416 Tahun 1990 Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air." *Hukum Online* (416): 1–16. www.ptsmi.co.id.

- Ramadhan, Auriga Wahyu Widyadana, Fauziana Erlis Safitri, Hasna Khairunnisa, Thalita Aldila Pramasari, and Siti Rachmawati. 2023. "Dampak Tingkat Cemar Sungai Jenes Terhadap Kualitas Air Tanah Warga Di Kelurahan Joyotakan, Kecamatan Serengan, Surakarta." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 21(2): 318–28. doi:10.14710/jil.21.2.318-328.
- Sofyan A. P, Andi Baso, Muhammad Ansarullah S. Tabbu, Marsa Adawiyah, and Aulhia Putri Ramadhani. 2023. "Kajian Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Masyarakat Pesisir Kecamatan Abeli Dan Nambo Kota Kendari." *La Geografia* 21(2): 152–62. <https://doi.org/10.35580/lageografia.v21i2.43120>.