

Kemampuan Metode Kombinasi Koagulasi Biji Asam Jawa Dan Filtrasi Akar Mangrove Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Kadar Klorida (Cl) Pada Air Sumur Gali Di Kawasan Pesisir

Syamsuddin S^{1*}, Mulahizul Amin²

^{1,2} Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Makassar

*Corresponding author: syam.kesling@gmail.com

Info Artikel: Diterima bulan Februari 2024 ; Disetujui bulan Juni 2024 ; Publikasi bulan Juni 2024

ABSTRACT

*Clean water is a source of life for everyone, so its preservation and existence must be maintained as much as possible both in quantity and quality. Tamarind seeds (*Tamarindus Indica L*) can be used as an alternative coagulant to replace alum because it is more environmentally friendly. Mangrove roots are said to be able to reduce chloride levels because basically, like the roots of other higher plants, mangrove roots play a selective role in absorbing ions, which are carried and transported to the xylem. This study aims to determine the ability of a combination method of tamarind seed coagulation and mangrove root filtration in reducing turbidity and chloride (Cl) levels in dug well water in coastal areas. This type of research is quasi-experimental with coagulation and filtration methods. The results showed that in the initial sample the water turbidity was 76.9 NTU and the chloride content was 60,481.2 mg/l after processing using tamarind seeds, the turbidity reduction was 82.93% and the chloride level was 71.06%. Processing using mangrove roots resulted in a decrease in turbidity of 90.19% and chloride content of 90.51%. Meanwhile, the combination processing using tamarind seeds and mangrove roots resulted in a decrease in turbidity of 94.77% and chloride content of 96%. From the results of this study it can be concluded that the use of tamarind seeds and mangrove roots can reduce turbidity (NTU) and chloride (Cl) levels in dug well water in coastal areas with the ability to reduce turbidity by 94.77% and reduce chloride levels by 96%. The community can utilize tamarind seeds and mangrove roots in simple water treatment.*

Keywords : Clean Water; Tamarind Seed; Mangrove Roots

ABSTRAK

Air bersih merupakan sumber kehidupan bagi setiap orang, sehingga kelestarian dan keberadaannya harus dijaga semaksimal mungkin baik kuantitas maupun kualitasnya. Biji asam jawa (*Tamarindus Indica L*) dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alternatif pengganti tawas karena lebih ramah lingkungan. Akar mangrove dikatakan mampu menurunkan kadar klorida dikarenakan pada dasarnya, seperti akar tumbuhan tingkat tinggi lainnya, akar mangrove berperan selektif dalam penyerapan ion, yang dibawa dan diangkut ke xilem. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan metode kombinasi koagulasi biji asam jawa dan filtrasi akar mangrove dalam menurunkan kekeruhan dan kadar klorida (Cl) pada air sumur gali di kawasan pesisir. Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu dengan metode koagulasi dan filtrasi. Hasil penelitian menunjukkan pada sampel awal kekeruhan air sebesar 76,9 NTU dan kadar klorida sebesar 60.481,2 mg/l setelah dilakukan pengolahan menggunakan biji asam jawa didapatkan hasil penurunan kekeruhan sebesar 82,93% dan kadar klorida sebesar 71,06%. Pengolahan menggunakan akar mangrove didapatkan hasil penurunan kekeruhan sebesar 90,19% dan kadar klorida sebesar 90,51%. Sedangkan untuk Pengolahan kombinasi menggunakan biji asam jawa dan akar mangrove didapatkan hasil penurunan kekeruhan sebesar 94,77% dan kadar klorida sebesar 96%. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan biji asam jawa dan akar mangrove mampu menurunkan kekeruhan (NTU) dan kadar klorida (Cl) pada air sumur gali di kawasan pesisir dengan kemampuan menurunkan kekeruhan sebesar 94,77% dan menurunkan kadar klorida sebesar 96%. Bagi Masyarakat dapat melakukan pemanfaatan biji asam jawa dan akar mangrove dalam melakukan pengolahan air secara sederhana

Kata Kunci : Air Bersih, Biji Asam Jawa, Akar Mangrove, Kekeruhan, Klorida

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan sumber kehidupan bagi setiap orang, sehingga kelestarian dan keberadaannya harus dijaga semaksimal mungkin baik kuantitas maupun kualitasnya (Mbusa, 2020). Selain itu, kawasan yang semakin padat penduduk juga dapat mempengaruhi kualitas air dan mengurangi penyimpanan air (Hakim, 2010). Sebagai negara kepulauan dengan iklim tropis, Indonesia memiliki banyak sumber air seperti lautan, danau, dan sungai (Hernaningsih & Yudo,

2007). Oleh karena itu, sebagian besar penduduk Indonesia tinggal di wilayah pesisir. Sumber air bersih langka di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil di tengah laut lepas, dan kebutuhan air bersih terbatas. Volume air yang tersedia di Indonesia adalah 694 miliar meter kubik per tahun. Jumlah tersebut pada prinsipnya potensial untuk dimanfaatkan, dimana 20% digunakan untuk memenuhi kebutuhan air baku rumah tangga, kota dan bangunan industri, dan 80% sisanya digunakan untuk kebutuhan irigasi, namun pada prakteknya hanya sekitar 23% saja yang dapat dimanfaatkan (Radhika, 2017). Mengingat rendahnya tingkat ekonomi dan pendidikan sebagian besar masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir, maka diperlukan suatu teknologi penyediaan air bersih yang mudah perawatannya dan murah biaya pengoperasiannya. Pendistribusian air dari sarana pengolahan air ke rumah-rumah penduduk perlu direncanakan dengan baik dari segi teknis dan ekonomis agar dapat menyediakan air bersih secara efektif dan efisien serta mencapai produk yang dihasilkan oleh penduduk.

Filtrasi dan koagulasi adalah proses yang banyak digunakan dalam pengolahan air. Bahan filter yang berbeda seperti karbon aktif dan zeolit digunakan dalam proses filtrasi (Darmawansa, 2014). Bahan penyaring ini berfungsi sebagai penukar ion atau ion exchanger karena prinsip penukar ion adalah metode pemurnian senyawa tertentu dalam larutan campuran. Namun dalam proses koagulasi, biasanya dijelaskan bahwa penambahan bahan kimia seperti tawas (koagulan) membuat partikel koloid di dalam air menjadi tidak stabil sehingga membentuk flok. Oleh karena itu, pemilihan bahan filter dan koagulan yang murah dan mudah didapat merupakan faktor penting dalam pengolahan air. Penggunaan bahan filter dan koagulan dari bahan baku lokal merupakan salah satu solusi untuk menekan biaya agar masyarakat lokal dapat berkembang secara mandiri dan berkelanjutan (Wahyuni et al., 2020).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Syahrir Tabang tahun 2017 dengan menggunakan metode filtrasi yang menggunakan 3 perlakuan yang berbeda terhadap akar mangrove yaitu arang, basah, kering. Didapatkan hasil keefektifan penurunan klorida terjadi pada perlakuan akar mangrove kering dengan persentase penurunan mencapai 81,62%. Pada dasarnya, seperti akar tumbuhan tingkat tinggi lainnya, akar mangrove berperan selektif dalam penyerapan ion, yang dibawa dan diangkut ke xilem. Berdasarkan komposisi cairan xilem mangrove terlihat bahwa mangrove mampu menghilangkan 80-90% NaCl dari larutan di sekitar akarnya. Pelepasan ion Na⁺ dan Cl⁻ serta ion lainnya merupakan proses pasif di mangrove (Onrizal, 2005). Pada penelitian yang dilakukan oleh Tomlinson tahun 2016 menemukan bahwa akar mangrove memiliki kemampuan untuk menurunkan salinitas air payau dengan menggunakan metode alami mangrove yaitu RO (Reverse Osmosis) dan Ion exchange.

Selama ini biji asam jawa (*Tamarindus Indica L*) hanya dijadikan sebagai limbah dan jarang dimanfaatkan, namun ternyata dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alternatif pengganti tawas karena lebih ramah lingkungan. Kemampuan biji asam jawa sebagai biokoagulan karena kandungan proteinnya yang relatif tinggi yaitu 20%, dapat berperan sebagai polielektrolit alami. Protein yang terkandung dalam biji asam jawa dapat mengikat partikel koloid. Partikel koloid ini mengalami destabilisasi dan membentuk ukuran yang lebih besar yang pada akhirnya akan mengendap (Pawestri et al., 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anggit Pawestri tahun 2018 menyebutkan bahwa biji asam jawa mampu menurunkan kekeruhan air baku dengan dosis 1000 mg/l dengan nilai penurunan sebesar 193,2 NTU atau setara 65,69%. Didapatkan juga dari penelitian yang telah dilakukan Hendrawati tahun 2013 bahwa biji asam jawa mampu menurunkan kekeruhan sebesar 99,72% dengan dosis optimum 0,009%. Atas dasar permasalahan tersebut, maka mendorong peneliti untuk melakukan penelitian terkait kemampuan metode kombinasi koagulasi biji asam jawa dan filtrasi akar mangrove dalam menurunkan kekeruhan dan kadar klorida (Cl) pada air sumur gali di kawasan pesisir.

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen semu. Sampel dalam penelitian ini adalah air sumur gali yang berada di kawasan pesisir lantebung. Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium dengan metode pemeriksaan visual (intensitas cahaya) untuk parameter kekeruhan dan metode titrimetri untuk kadar klorida (Cl) diolah secara manual dan disajikan dalam bentuk tabel serta di analisa secara deskriptif terhadap kemampuan biji asam jawa dan akar mangrove dalam menurunkan kekeruhan dan kadar klorida.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan pada sampel awal kekeruhan air sebesar 76,9 NTU dan kadar klorida sebesar 60.481,2 mg/l setelah dilakukan pengolahan menggunakan biji asam jawa didapatkan hasil penurunan kekeruhan sebesar 82,93% dan kadar klorida sebesar 71,06%.

Tabel 1. Pemeriksaan Kekeruhan Dan Kadar Klorida Menggunakan Biji Asam Jawa

| No | Pemeriksaan | Hasil Pemeriksaan | | | | Rerata | Penu- runan | Penu- runan (%) |
|----|-------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|-----------------------|
| | | Replikasi | | | | | | |
| | | Awal | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. | Kekeruhan (NTU) | 76,9 | 13,32 | 13,11 | 12,94 | 13,12 | 63,78 | 82,93% |
| 2. | Kadar Klorida (mg/l) | 60.481 ,2 | 17.315 ,5 | 17.844 ,4 | 17.334 ,6 | 17.498 ,16 | 42.983 ,04 | 71,06% |

Sumber : Data Primer, 2023

Pengolahan menggunakan akar mangrove didapatkan hasil penurunan kekeruhan sebesar 90,19% dan kadar klorida sebesar 90,51%.

Tabel 2. Pemeriksaan Kekeruhan Dan Kadar Klorida Menggunakan Akar Mangrove

| No | Pemeriksaan | Hasil Pemeriksaan | | | | Rerata | Penu- runan | Penu- runan (%) |
|----|-------------------------|-------------------|-------------|-------------|---------|--------------|----------------|-----------------------|
| | | Replikasi | | | | | | |
| | | Awal | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. | Kekeruhan (NTU) | 76,9 | 7,83 | 7,12 | 7,66 | 7,54 | 69,36 | 90,19% |
| 2. | Kadar Klorida (mg/l) | 60.481 ,2 | 5.79 8,2 | 5.819, 1 | 5.598,0 | 5.738, 43 | 54.742 ,77 | 90,51% |

Sumber : Data Primer, 2023

Sedangkan untuk Pengolahan kombinasi menggunakan biji asam jawa dan akar mangrove didapatkan hasil penurunan kekeruhan sebesar 94,77% dan kadar klorida sebesar 96%.

Tabel 3. Pemeriksaan Kekeruhan Dan Kadar Klorida Menggunakan Kombinasi Biji Asam Jawa dan Akar Mangrove

| No | Pemeriksaan | Hasil Pemeriksaan | | | | Rerata | Penu- runan | Penu- runan (%) |
|----|-------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------|----------------|-----------------------|
| | | Replikasi | | | | | | |
| | | Awal | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. | Kekeruhan (NTU) | 76,9 | 4,11 | 4,00 | 3,96 | 4,02 | 72,88 | 94,77% |
| 2. | Kadar Klorida (mg/l) | 60.481 ,2 | 2.45 9,2 | 2.36 8,9 | 2.42 8,9 | 2.419 | 58.062,2 | 96,00% |

Sumber : Data Primer, 2023

Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan biji asam jawa dan akar mangrove mampu menurunkan kekeruhan (NTU) dan kadar klorida (Cl) pada air sumur gali di kawasan pesisir dengan kemampuan menurunkan kekeruhan sebesar 94,77% dan menurunkan kadar klorida sebesar 96%.

PEMBAHASAN

Penurunan Kekeruhan Dan Kadar Klorida Menggunakan Biji Asam Jawa

Biji asam jawa mampu dijadikan sebagai koagulan alami dikarenakan mengandung protein yang berperan sebagai polielektrolit alami dimana protein pada biji asam jawa memiliki muatan positif sehingga dapat berikatan dengan partikel-partikel muatan negatif dan menyebabkan partikel-

partikel tersebut terdestabilisasi dan membentuk partikel yang ukurannya lebih besar sehingga akhirnya dapat terendapkan dengan baik (Hendrawati, 2013). Sama halnya menurut beberapa penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan penelitian terkait dengan koagulan alami berupa biji asam jawa bahwa biji asam jawa mengandung protein sebesar 2,8 gr/100 gr biji asam jawa yang berperan sebagai polielektrolit alami (Kartika et al., 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anggit Pawestri tahun 2018 menyebutkan bahwa biji asam jawa mampu menurunkan kekeruhan air baku dengan dosis 1000 mg/l dengan nilai penurunan sebesar 193,2 NTU atau setara 65,69%. Didapatkan juga dari penelitian yang telah dilakukan Hendrawati tahun 2013 bahwa biji asam jawa mampu menurunkan kekeruhan sebesar 99,72% dengan dosis optimum 0,009%.

Sedangkan dalam penurunan kadar klorida didapatkan hasil pada replikasi 1 sebesar 17.315,5 mg/l, replikasi 2 sebesar 17.844,4 mg/l, replikasi 3 sebesar 17.334,6 mg/l dengan rata-rata persentase penurunan sebesar 71,06%. Dari hari tersebut dikatakan bahwa metode koagulasi digunakan dalam pengolahan air dikarenakan koagulasi merupakan sebuah proses destabilisasi muatan kolid padatan tersuspensi dengan koagulan, sehingga akan terbentuk flok-flok halus yang dapat diendapkan. Zat atau partikel padat terlarut yang ditemukan dalam air dapat berupa natrium, kalsium, magnesium, kalium, karbonat, nitrat, bikarbonat, klorida dan sulfat (Fauzan & Suparmin, 2022). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Bambang Hari Prabowo tahun 2019 menyebutkan bahwa koagulan dapat mempengaruhi nilai TDS (Total Dissolve Solid) yang akan semakin besar atau semakin kecil, sampai pada batas kadar koagulan yang sesuai dengan kebutuhan air payau tersebut, sehingga dapat menurunkan kadar klorida air payau. Nilai TDS yang terkandung dalam air payau berbading lurus dengan kekeruhannya.

Penurunan Kekeruhan Dan Kadar Klorida Menggunakan Akar Mangrove

Pada penelitian ini metode filtrasi yang digunakan adalah upflow dengan media akar mangrove. Metode filtrasi upflow dipilih dikarenakan sistem penyaringan dari arah bawah ke atas (upflow), jika saringan telah jenuh atau buntu, dapat dilakukan pencucian balik dengan cara membuka kran penguras. Dengan adanya pengurasan ini, air bersih yang berada di atas lapisan pasir dapat berfungsi sebagai air pencuci media penyaring (backwash). Dengan demikian pencucian media penyaring pada upflow tersebut dilakukan tanpa mengeluarkan atau mengeruk media penyaringnya, dan dapat dilakukan kapan saja. Selain dengan hal itu penggunaan metode filtrasi upflow memiliki kelebihan mampu menurunkan kekeruhan air dikarenakan partikel yang terdapat dalam air akan mengendap searah dengan gravitasi. Selain dengan hal itu akar mangrove dikatakan mampu menurunkan kadar klorida dikarenakan pada dasarnya, seperti akar tumbuhan tingkat tinggi lainnya, akar mangrove berperan selektif dalam penyerapan ion, yang dibawa dan diangkut ke xilem. Berdasarkan komposisi cairan xilem mangrove terlihat bahwa mangrove mampu menghilangkan 80-90% NaCl dari larutan di sekitar akarnya. Pelepasan ion Na⁺ dan Cl⁻ serta ion lainnya merupakan

Penurunan Kekeruhan Dan Kadar Klorida Menggunakan Kombinasi Biji Asam Jawa Dan Akar mangrove

Biji asam jawa dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alternatif pengganti tawas dikarenakan lebih ramah lingkungan. Kemampuan biji asam jawa sebagai biokoagulan karena kandungan proteinnya yang relatif tinggi yaitu 20%, dapat berperan sebagai polielektrolit alami (Nurhidayanti et al., 2022). Protein yang terkandung dalam biji asam jawa dapat mengikat partikel koloid. Partikel koloid ini mengalami destabilisasi dan membentuk ukuran yang lebih besar yang pada akhirnya akan mengendap (Pawestri et al., 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anggit Pawestri tahun 2018 menyebutkan bahwa biji asam jawa mampu menurunkan kekeruhan air baku dengan dosis 1000 mg/l dengan nilai penurunan sebesar 193,2 NTU atau setara 65,69%. Didapatkan juga dari penelitian yang telah dilakukan Hendrawati tahun 2013 bahwa biji asam jawa mampu menurunkan kekeruhan sebesar 99,72% dengan dosis optimum 0,009%. Sedangkan akar mangrove pada penelitian yang dilakukan oleh Tomlinson tahun 2016 menemukan bahwa akar mangrove memiliki kemampuan untuk menurunkan salinitas air payau dengan menggunakan metode alami mangrove yaitu RO (Reverse Osmosis) dan Ion exchange dan juga berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Syahrir Tabang tahun 2017 dengan menggunakan metode filtrasi yang menggunakan 3 perlakuan yang berbeda terhadap akar mangrove yaitu arang, basah, kering. Didapatkan hasil keefektifan penurunan klorida

terjadi pada perlakuan akar mangrove kering dengan persentase penurunan mencapai 81,62%. Kombinasi bahan biji asam jawa dan akar mangrove dalam metode koagulasi dan filtrasi ini dikatakan mampu menurunkan kekeruhan sebesar 94,77% dan kadar klorida sebesar 96,00% pada air sumur gali di kawasan pesisir.

SIMPULAN DAN SARAN

Kombinasi biji asam jawa dan akar mangrove mampu menurunkan kekeruhan (NTU) dan kadar klorida (Cl) pada air sumur gali di kawasan pesisir dengan kemampuan menurunkan kekeruhan sebesar 94,77% dan menurunkan kadar klorida sebesar 96,00%. Diharapkan Masyarakat dapat melakukan pemanfaatan biji asam jawa dan akar mangrove dalam melakukan pengolahan air secara sederhana dengan metode kogulasi dan filtrasi. Instansi terkait perlu adanya pemantauan dan pemeriksaan secara rutin mengenai kualitas air dari fisik (kekeruhan, warna, bau, TDS, suhu, dan rasa), Biologi (MPN coliform dan e.coli), Kimia (pH, besi, kadar klorida, kesadahan) di kawasan pesisir guna dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawansa, Wahyuni, N., & Jati, D. R. (2014). Desalinasi Air Payau Dengan Media Adsorben Zeolit Di Daerah Pesisir Pantai Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Mempawah. *Jurnal Teknik Lingkungan* 1–10. Pontianak.
- Fauzan, nurhdy muhammad R. djamaluddin, & Suparmin. (2022). Pengaruh Ketebalan Media Filtrasi Sebagai Pengolahan Air Terhadap Kekeruhan dan Bau Sumur Gali di Desa Kragilan Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang Tahun 2022 Effect of Thickness of Filtration Media as Water Treatment on Turbidity and Smell of. *Buletin Kesehatan Lingkungan Masyarakat*, 41(3), 137–143. <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/keslingmas/article/view/8812/pdf>
- Hakim, D. L. (2010). Aksesibilitas Air Bersih Bagi Masyarakat Di Permukiman Linduk Kecamatan Pontang Kabupaten Serang [UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG]. (Online). http://eprints.undip.ac.id/23686/1/DIDIN_LUKMANUL_HAKIM.pdf
- Hendrawati, Syamsumarsih, D., & Nurhasni. (2013). Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. 3(1), 357–370. <https://media.neliti.com/media/publications/108081-ID-penggunaan-biji-asam-jawa-tamarindus-ind.pdf>
- Hernaningsih, T., & Yudo, S. (2007). Alternatif Teknologi Pengolahan Air Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Di Daerah Permukiman Nelayan. *Jurnal Air Indonesia*, 3(1), 38–49. Jakarta.
- Kartika, D., Nurjazuli, & Budiyo. (2016). Kemampuan Serbuk Biji Asam Jawa Dalam Menurunkan TSS, Turbiditas, Dan Amoniak Pengolahan Limbah Cair PT. Utama Multiniaga Indonesia. *Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 917–924. (Online). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Mbusa, H. T. P. (2020). Manajemen Pelayanan Air Bersih Di Desa Maropokot Kecamatan Aesesa Kabupaten Nagekeo Provinsi Nusa Tenggara Timur. (Online). <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Nurhidayanti, N., Ilyas, N. I., & Lazuardini, D. P. (2022). Studi Pengolahan Limbah Cair Laundry menggunakan Serbuk Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan. *Jurnal Tekno Insentif*, 16(1), 16–27. <https://doi.org/10.36787/jti.v16i1.453>
- Onrizal. (2005). Adaptasi Tumbuhan Mangrove Pada Lingkungan Salin Dan Jenuh Air. *Jurnal Pertanian*, 1–15. Sumatera Utara.
- Pawestri, A., Widiyanto, T., & IW, H. R. (2018). Pengaruh Penggunaan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L) Sabagai Koagulan Dalam Menurunkan Air Baku di PDAM Tirta Wijaya Cilacap Tahun 2018. *Global Health Science*, 1–10. Semarang.
- Prabowo, Bambang Hari., Zahra Nursaidah., Febby Safitri. (2019). Pengaruh H₂O₂ dalam Metode Koagulasi Pengolahan Air Payau Menggunakan Koagulan PAC dan Aluminium Sulfat. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, Vol 18, No 2. (Online). <http://jurnalteknik.unjani.ac.id/index.php/jt>

- Radhika, Firmansyah, R., & Hatmoko, W. (2017). Perhitungan Ketersediaan Air Permukaan Di Indonesia Berdasarkan Data Satelit. *Jurnal Sumber Daya Air*, 13(2), 115–130. (Online). <https://doi.org/10.32679/jsda.v13i2.206>
- Wahyuni, N., Sasri, R., Rudiyanasyah, R., Usman, T., & Utomo, K. P. (2020). Pengolahan Air Bersih Menggunakan Bahan Baku Lokal Untuk Daerah Pesisir Terpencil Di Kabupaten Kubu Raya. *GERVASI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 192–199. <https://doi.org/10.31571/gervasi.v4i2.1836>