



Desalinasi Air Payau Dengan Metode Adsorpsi-Filtrasi Berbasis Material *Spirulina Sp*, Zeolit Komersial, Dan Karbon Aktif Komersial

Elmanna Kasifya M¹, Nurlinda Ayu Triwuri^{1*}, dan Ilma Fadlilah¹

¹Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap

E-mail : nurlindaayutriwuri@pnc.ac.id

Abstract

Brackish water is one of the abundant water sources and has the potential to be processed into clean water. However, brackish water cannot be directly used by the community because it has not met the requirements for sanitary hygiene. Brackish water should require treatment to reduce salt levels, so that people can use brackish water. One of them is by using *Spirulina Sp* processing media, activated carbon and zeolite. This study aims to determine the effectiveness of reducing test levels of parameters: salinity, hardness, TDS, and pH in brackish water desalination using 30 liters of *Spirulina Sp*. Knowing the optimal type of adsorbent and its effectiveness with variations of activated carbon adsorbents 2 kg, zeolite 2 kg and combination with each adsorbent 1 kg. Put brackish water into the reactor and added liquid *Spirulina Sp* then filtered and continued with adsorption-filtration using adsorbents with a contact time of 2 hours. From the results of this study, the most optimal volume of *Spirulina Sp* is S_{3S}. The effectiveness of salinity reduction is 75.71%, hardness is 4.54%, TDS is 69.31%. And pH 14.44%. Commercial zeolite adsorbent effectively reduces salinity levels 76.19%, hardness 11.36%, pH 14.44%. Commercial activated carbon adsorbent effectively reduces TDS levels by 66.97%

Keywords: brackish water: spirulina sp: filtration adsorption: activated carbon: zeolite

Abstrak

Air payau merupakan salah satu sumber air yang melimpah dan memiliki potensi untuk diolah menjadi air bersih. Namun air payau tidak dapat langsung digunakan oleh masyarakat karena belum memenuhi syarat untuk hygiene sanitasi. Sebaiknya air payau memerlukan pengolahan untuk mengurangi kadar garam, agar masyarakat dapat memanfaatkan air payau. Salah satunya adalah dengan menggunakan media pengolahan Spirulina Sp, karbon aktif dan zeolit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar uji parameter: salinitas, kesadahan, TDS, dan pH pada desalinasi air payau menggunakan 30 liter Spirulina Sp. Mengetahui jenis adsorben yang optimal dan efektivitasnya dengan variasi adsorben karbon aktif 2 kg, zeolit 2 kg dan kombinasi dengan masing-masing adsorben 1 kg. Air payau 10 liter dimasukkan kedalam reactor dan ditambahkan Spirulina Sp cair kemudian disaring dan dilanjutkan dengan adsorpsi-filtrasi menggunakan adsorben dengan waktu kontak 2 jam. Dari hasil penelitian ini volume Spirulina Sp yang paling optimal yaitu S_{3S} (Sampel dengan 30 liter Spirulina Sp). Efektivitas penurunan salinitas 75,71 %, kesadahan 4,54 %, TDS 69,31 %. Dan pH 14,44 %. Adsorben zeolit komersial efektif menurunkan kadar salinitas 76,19 %, kesadahan 11,36 %, pH 14,44%. Adsorben karbon aktif komersial efektif menurunkan kadar TDS yaitu 66,97 %

Kata Kunci: air payau: spirulina sp: adsorpsi filtrasi: karbon aktif: zeolit

PENDAHULUAN

Air payau melimpah dan memiliki potensi untuk diolah menjadi sumber air bersih. Namun air payau tidak dapat langsung digunakan oleh masyarakat karena belum memenuhi syarat untuk higiene sanitasi. Air payau memiliki tingkat keasaman antara 0,5 – 17 mg/l (Kurniawan *et al.*, 2014). Air payau sulit diolah menjadi air bersih karena mengandung garam yang cukup tinggi. Beberapa teknologi desalinasi yang secara luas dipakai mampu menghasilkan air bersih seperti *Multi-Effect Distillation* (MED), *Multi-Stage Flash Distillation* (MFD), *Vapor Compression* (VC), *Reverse osmosis* (RO), dan elektrodialisis. Akan tetapi teknologi ini memerlukan energi yang besar, biaya investasi mahal dan memburuhkan biaya perawatan yang mahal (Kalsum *et al.*, 2021).

Sedangkan teknologi yang membutuhkan energi dan biaya yang relatif rendah adalah teknologi desalinasi menggunakan makhluk hidup atau mikroorganisme hidup (Ersa *et al.*, 2020). Desalinasi dapat dilakukan oleh mikroalga salah satunya yaitu mikroalga *Spirulina Sp*. Mikroalga *Spirulina Sp* bersifat fotoautotrofik, bersel tunggal, dan eukarotik, dalam pengolahan air limbah telah banyak dimanfaatkan untuk menghilangkan nutrisi organik dan anorganik (Patel *et al.*, 2020). Salah satu desalinasi yang menggunakan mikroorganisme hidup untuk menghilangkan atau menurunkan kadar garam pada air laut disebut dengan biodesalinasi. (Amezaga *et al.*, 2014). Desalinasi air laut menggunakan mikroalga *Spirulina Sp* mampu menurunkan kadar salinitas sebesar 49,19 % (Baskaran, 2021).

Adapun proses lanjutan dari desalinasi menggunakan mikroalga *Spirulina Sp* adalah yaitu adsorpsi-filtrasi dengan zeolit komersial dan karbon aktif komersial, karena memiliki daya serap yang tinggi untuk mengatasi masalah tingginya angka TDS (*Total Dissolved Solid*) dan salinitas (Sintya, 2022). Adsorpsi merupakan suatu proses yang dapat digunakan untuk menghilangkan zat pencemar pada air. Adsorpsi dapat diartikan sebagai penjerapan molekul-molekul oleh permukaan atau permukaan dalam suatu padatan adsorben (Purwaningtyas *et al.*, 2020). Filtrasi merupakan suatu proses pemisahan padatan dari cairan menggunakan media berpori-pori untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan zat lainnya. Filtrasi adalah suatu proses yang digunakan pada pengolahan air untuk memisahkan bahan pengotor yang terdapat dalam air. Pada prosesnya air merembes dan melewati media filter sehingga zat pengotor akan tertahan pada media filter. Media filter memiliki kemampuan untuk memisahkan zat pengotor semua ukuran termasuk didalamnya mikroalgae, dan koloid- koloid tanah (Syahrir *et al.*, 2018) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar uji parameter salinitas, kesadahan, TDS, pH pada desalinasi air payau menggunakan *Spirulina Sp* dan mengetahui jenis adsorben yang optimal dan efisiensi dari adsorpsi-filtrasi menggunakan zeolit dan karbon aktif.

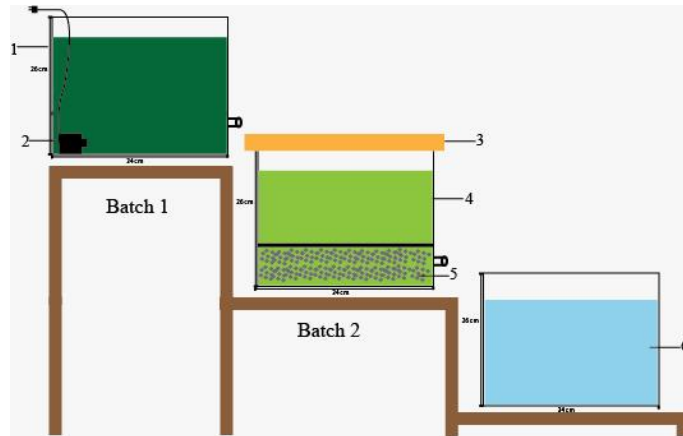
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan (eksperimen) di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Pabrik Cilacap dan Laboratorium Fisika Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap. Bahan baku air payau diambil dari Wisata Hutan Payau Cilacap. Desalinasi menggunakan *Spirulina Sp* dilakukan dengan cara menambahkan *Spirulina Sp* cair sebanyak 30 liter ke dalam bak adsorpsi yang sudah berisi air payau sebanyak 10 liter. dan tambahkan nutrisi 100 ml yang terdiri dari soda ash 1 gram, TSP (*Triple Super phospat*) 3 gram, pupuk NPK 0,6 gram dan urea 0,1 gram. Nutrisi ini ditambahkan untuk meningkatkan perkembangan *Spirulina Sp*. Setelah 5 hari pisahkan spirulina dengan air payau menggunakan kain sablon yang memiliki ukuran pori-pori 200 mesh. Kemudian Air payau dialirkan kedalam bak adsorpsi-filtrasi dengan adsorben zeolit komersial atau karbon aktif komersial kemudian didiamkan selama 2 jam dan dialirkan ke bak

penampung. Hal ini berfungsi untuk memisahkan padatan yang terlarut dalam air dan menghilangkan warna pada air payau (Purwanti *et al.*, 2021)

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah air payau, *Spirulina Sp*, karbon aktif dan zeolit. Pembuatan pada alat penelitian pada gambar 1 menggunakan besi gypsum dan akrilik. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis kualitas air antara lain TDS meter, pH meter, *conductivity meter*, dan *beaker glass* 100 ml



Gambar 1. Rangkaian alat desalinasi air payau

Keterangan: (1). Bak adsorpsi *Spirulina Sp* (2) aerator (3) Saringan (4) Bak adsorpsi-filtrasi (5) karbon aktif komersial atau zeolit komersial (6) bak penampung

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Analisis desalinasi air payau dengan metode dasorpsi filtasi *Spirulina Sp*, karbon aktif dan zeolit

Sampel	*Salinitas (psu)	**Kesadahan (mg/l)	*TDS (ppm)	*pH
S ₀ air payau	21	88	8548	9
S _{3S}	5,1	84	2623	7,7
S _{3SKa}	5,0	81	2823	7,7
S _{3SZ}	5,0	80	2826	7,7
S _{3SKo}	5,0	81	2883	7,7

Sumber: * Uji mandiri di Laboratorium Fisika Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap
 ** UPTD Laboratorium Kesehatan Kab Purbalingga

Keterangan:

S_{3S} : Sampel 30 liter *Spirulina Sp*

S_{3SKa} : Sampel 30 liter *Spirulina Sp* dan karbon aktif komersial

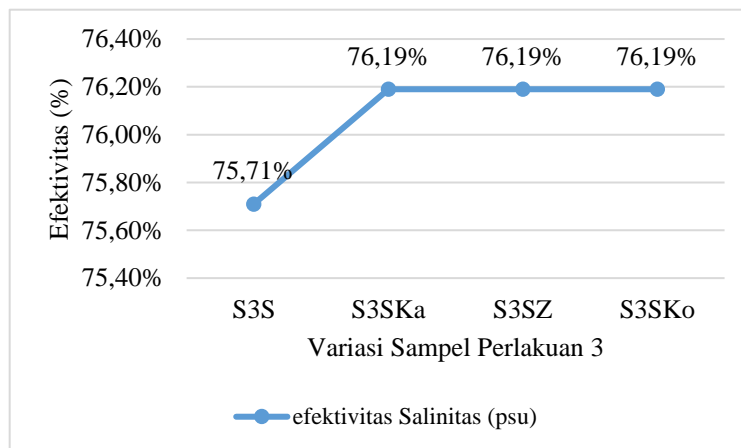
S_{3SZ} : Sampel 30 liter *Spirulina Sp* dan zeolit komersial

S_{3SKo} : Sampel 30 liter *Spirulina Sp* dan adsorben kombinasi (karbon aktif komersial dan zeolit komersial)

Kadar Salinitas

Tingkat keasinan atau kadar garam yang terdapat dalam air payau disebabkan oleh ion-ion yang terdapat pada air payau seperti natrium (Na), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Ca), klorida (Cl) dan bikarbonat (HCO₃). Kadar TDS yang tinggi dapat

mengakibatkan kadar salinitas tinggi (Fahimah *et al.*, 2021), karena air yang mengandung senyawa kimia mengakibatkan salinitas yang tinggi.



Gambar 2. Grafik efektivitas salinitas

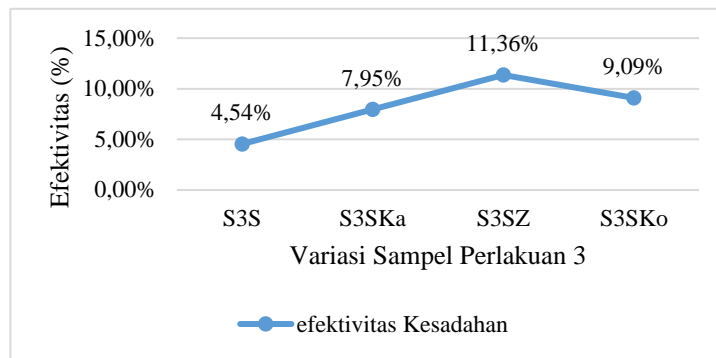
Tingkat keasinan air payau murni yaitu 21 psu mengalami penurunan setelah ditambahkan 30 liter *Spirulina Sp* (S_{3S}) menjadi 5,1 psu. Hal ini terjadi karena *Spirulina Sp* dapat berkembang dan menyerap garam dengan optimal. Efektivitas salinitas dengan *Spirulina Sp* yaitu 75,71% *Spirulina Sp* mampu mentolerir salinitas tinggi dan dapat mengakumulasi garam intraseluler, sehingga menunjukkan potensi besar untuk penghilangan garam pada air payau (Sahle-Demessie *et al.*, 2019). Penyisihan salinitas oleh *Spirulina Sp* terjadi melalui proses bioadsorpsi. Dimana terjadi pertukaran ion Na⁺ dengan kation lain yang terikat pada permukaan sel *Spirulina Sp*. *Spirulina Sp* dapat mengikat ion-ion yang berada di air payau pada permukaan selnya dan bereaksi dengan enzim pengikat. Kemudian ion-ion yang telah terikat ditransfer ke dalam sel *Spirulina Sp*. Melalui mekanisme ini kadar salinitas pada air payau berkurang (Fadhila & Purwanti, 2022). Setelah melalui desaliasi *Spirulina Sp* dilanjutkan dengan proses adsorpsi-filtrasi dengan adsorben karbon aktif, zeolit dan kombinasi. Kadar salinitas mengalami penurunan setelah melalui adsorben yaitu S_{3SKa} 5, S_{3SZ} 5 dan S_{3SKo} 5. Penurunan ini terjadi akibat pertukaran ion yang berlangsung pada karbon aktif dan zeolit yang memiliki pori-pori yang dapat menyerap ion penyebab salinitas seperti ion Cl⁻.

Efektivitas penurunan kadar salinitas dapat dilihat pada gambar 4.13. (b) berturut-turut dengan 30 liter *Spirulina Sp*, *Spirulina Sp* dan karbon aktif, *Spirulina Sp* dan zeolit, *Spirulina Sp* dan kombinasi yaitu 75,71 %, 76,19 %, 76,19% dan 76,19 %. Dari grafik (b) dapat dilihat yang semua adsorben efektif dalam menurunkan kadar salinitas pada perlakuan 3 ini adalah sampel *Spirulina Sp* dan karbon aktif (S_{3SKa}), *Spirulina Sp* dan zeolit (S_{3SZ}), *Spirulina Sp* dan karbon aktif (S_{3SKo}) yaitu 76,19 %.

Kadar Kesadahan

Kesadahan yang terdapat di dalam air pada umumnya disebabkan oleh ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat. Hal ini mengakibatkan sabun sulit berbusa, sehingga masyarakat tidak suka memanfaatkan air payau sebagai penyediaan air bersih. Kadar kesadahan mengalami penurunan seiring dengan penambahan *Spirulina Sp*

cair. Hal ini disebabkan karena faktor pengenceran akibat *Spirulina Sp* cair yang memiliki kadar kesadahan rendah (Fahimah *et al.*, 2021)



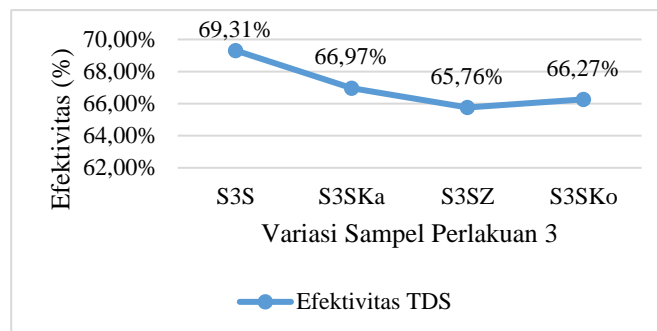
Gambar 3. Grafik efektivitas kesadahan

Kadar kesadahan pada desalinasi air payau menggunakan *Spirulina Sp* mengalami penurunan dari sampel murni 10 liter air payau yaitu 88 mg/l, setelah ditambah 30 liter *Spirulina Sp* turun menjadi 84 mg/l. Dimana kadar kesadahan pada air mengalami penurunan berbanding lurus dengan penambahan *Spirulina Sp* cair. Hal ini disebabkan oleh adanya faktor pengenceran akibat penambahan *Spirulina Sp* cair yang memiliki kadar kesadahan rendah (Fahimah *et al.*, 2021). Setelah melalui desalinasi *Spirulina Sp* dilanjutkan dengan adsorpsi-filtrasi dengan karbon aktif, zeolit dan kombinasi dengan nilai berturut-turut yaitu 81 mg/l, 78 mg/l, dan 80 mg/l. Penurunan kesadahan yang paling signifikan pada perlakuan 3 yaitu pada sampel *Spirulina Sp* 30 liter dan zeolit (S_{3SZ}) dengan nilai 78 mg/l. Hal ini disebabkan oleh zeolit yang mampu menyerap ion Ca dan Mg yang mengakibatkan kesadahan pada air (Azijah *et al.*, 2022)

Efektivitas penurunan kadar kesadahan dapat dilihat pada gambar 4.14 (b) yaitu S_{3S} 4,54 %, S_{3SKa} 7,95 %, S_{3SZ} 11,36 %. dan S_{3SKo} 9,09 %. Berdasarkan efektivitas tersebut dapat dilihat yang paling efektif dalam menurunkan kesadahan pada perlakuan 3 yaitu, Sampel 30 liter *Spirulina Sp* dan zeolit (S_{3SZ}) 11,36 %.

Pengaruh Volume *Spirulina Sp* Terhadap TDS

TDS (*Total Dissolved solid*) dalam air payau disebabkan oleh material berupa karbonat, bikarbonat, klorida sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium natrium dan ion-ion organik. Air yang memiliki kadar TDS tinggi maka kadar salinitasnya juga tinggi, Hal ini disebabkan oleh air yang mengandung senyawa kimia (kalsium, magnesium, klorida) yang juga mengakibatkan tingginya salinitas. Tingginya konsentrasi TDS dapat mengakibatkan tingginya kadar salinitas (Fahimah *et al.*, 2021).

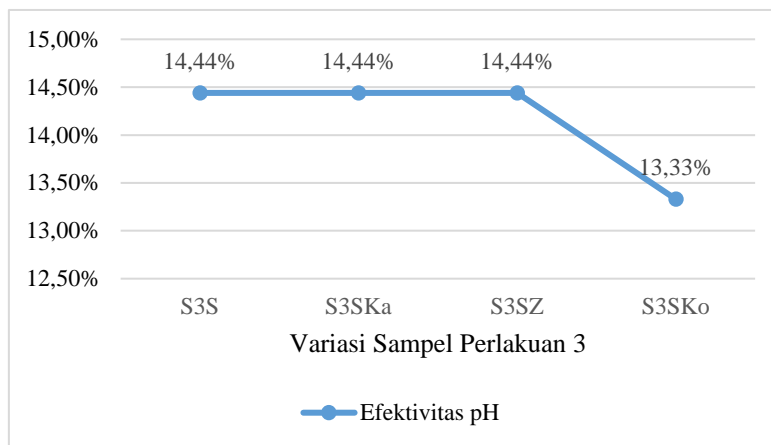


Gambar 4. Grafik efektivitas TDS

Penurunan nilai TDS yang paling optimal yaitu 30 liter *Spirulina Sp* (S_{3S}) yaitu 2623 ppm dengan efektivitas 69,31 %. Hal ini dipengaruhi oleh adanya faktor pengenceran akibat penambahan *Spirulina Sp* cair dan pemisahan *Spirulina Sp* dari air sehingga *Spirulina Sp* dan partikel- partikel penyebab TDS tertahan. Efektivitas TDS pada proses lanjutan adsorpsi-filtrasi menggunakan adsorben mengalami penurunan yaitu S_{3SKa} 66,31%, S_{3SZ} 65,76%, S_{3SKo} 66,27%. Hal ini disebabkan adanya kemungkinan adsorben sudah jenuh sehingga daya serapnya menurun (Purwaningtyas *et al.*, 2020).

Pengaruh Volume *Spirulina Sp* Terhadap Kadar pH

Nilai pH menunjukkan tingkat keasaman pada sampel, sehingga mampu mempengaruhi aktifitas mikroorganisme yang ada didalamnya. Penurunan pH pada penelitian ini dipengaruhi oleh mineral yang terkandung di dalam air, semakin tinggi mineral yang terkandung maka semakin tinggi pula pHnya sebaliknya semakin rendah mineral yang terkandung maka semakin rendah pula nilai pHnya. Mineral pada air ini berhubungan dengan konsentrasi TDS dan kesadahan sehingga mempengaruhi nilai pH (Fahimah *et al.*, 2021)



Gambar 5. Grafik efektivitas pH

Nilai pH pada sampel S_{3S} 7,7 S_{3SKa} 7,7 S_{3SZ} 7,7 dan S_{3SKo} 7,8. Penurunan pH ini dipengaruhi oleh penambahan 30 liter *Spirulina Sp* yang memiliki pH 7 sehingga terjadi faktor pengenceran. Dari grafik (a) perlakuan 3 penurunan pH yang paling baik adalah 30 liter *Spirulina Sp* (S_{3S}) dan dengan adsorben karbon aktif (S_{3SKa}), zeolit S_{3SZ} yaitu nilai 7,7 dengan efektivitas 14,44 %. Dimana nilai tersebut sudah memenuhi standar baku mutu Permenkes Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.

PENUTUP

Kesimpulan.

Pengaruh volume *Spirulina Sp* terhadap parameter salinitas, kesadahan, TDS, pH dan warna adalah semakin banyak volume bibit *Spirulina Sp* cair yang bercampur dengan air payau maka penurunan untuk parameter air semakin tinggi. Penurunan yang paling tinggi terjadi pada perlakuan 3 dengan 10 liter air payau dan 30 liter *Spirulina Sp* dengan efektivitas salinitas S_{3S} 75,71%, kesadahan S_{3SZ} 11,36%, TDS S_{3S} 69,31 % pH S_{3S} , S_{3SKa} , S_{3SZ} 14,44 %. Adsorben zeolit komersial efektif menurunkan kadar salinitas, kesadahan, dan pH efektivitas berturut-turut yaitu 76,19 %, 11,36 % dan 14,44 %. Adsorben karbon aktif komersial efektif dalam menurunkan kadar TDS dengan efektivitas 66,97 %. Hal ini disebabkan karena zeolit dan karbon aktif memiliki pori-pori yang mampu menyerap ion dan mineral penyebab salinitas, kesadahan, TDS, dan pH.

Saran

Waktu kontak pada pengolahan air payau menggunakan Spirulina Sp dapat ditingkatkan untuk melihat pengaruh waktu kontak terhadap penurunan parameter kualitas air seperti salinitas dan TDS. Adsorpsi-filtrasi dengan karbon aktif dan zeolit disarankan melakukan aktivasi baik fisika maupun kimia, untuk memperbesar dan mengoptimalkan daya serap dari karbon aktif dan zeolit. Serta adsorpsi-filtrasi dengan karbon aktif dan zeolit disarankan menambah untuk massa atau ketebalan dari adsorben, karena massa atau ketebalan mempengaruhi daya serap dari adsorben. Semakin tebal adsorben yang digunakan maka semakin tinggi daya serapnya terhadap air. .

DAFTAR PUSTAKA

- Amezaga, J. M., Amtmann, A., Biggs, C. A., Bond, T., Gandy, C. J., Honsbein, A., Karunakaran, E., Lawton, L., Madsen, M. A., Minas, K., & Templeton, M. R. (2014). Biodesalination: A case study for applications of photosynthetic bacteria in water treatment. *Plant Physiology*, 164(4), 1661–1676. <https://doi.org/10.1104/pp.113.233973>
- Ali, M., & Aribiyanto, A. (2016). Pemetaan Tingkat Kesadahan Air Sumur Di Wilayah Surabaya Barat Berbasis Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). *Universitas Airlangga*
- Azijah, U. N., Wardani, L., Wiwiek, R., & Mulyani, E. (2022). *Upaya Mengurangi Kesadahan Air Recycle Limbah Efforts To Reduce Waste Recycle Water Hardness*. 20(01), 5–18
- Baskaran, & Saravanane. (2021). Experimental investigation on Spirulina algae based thermal still for effective bio-desalination. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*, 15(February), 100434. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100434>
- El-Sergany, F., Al-Fadhli, M., & El-Nadi, M. (2014). Temperature effect on desalination by algae. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 8(15), 277–281. <http://ajbasweb.com/.../277-281.pdf>
- Ersa, G., Harmin, D., Titah, S., Lingkungan, D. T., Teknik, F., Lingkungan, S., & Kebumian, D. (2020). Kajian Alternatif Teknologi Desalinasi Dalam Produksi Air Tawar Untuk Desa Labuan Bajo, NTT. *Jurnal Purifikasi*, 20(1), 1–14.
- Fadhila, D., & Purwanti, I. F. (2022). Kajian Fikoremediasi pada Air Tanah Tercemar Timbal dan Kadmium di Sekitar TPA Wukirsari, Gunungkidul. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i2.85265>
- Fahimah, N., Damajyanti, A. D., Bunga, V. U., & Mubiarto, H. (1967). Profil Vertikal Dan Horizontal Parameter Salinitas, Dhl, Dan Tds Berdasarkan Variasi Musiman Di Estuari Sungai Citarum. *Angewandte Chemie*
- Kalsum, L., Meidinariasty, A., Yuliati, S., Syakdani, A., Pratama, Mb., Bayu Alpitansyah, R., Alnafrah, F., & Ismareni, P. (2021). Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Brackish Water Treatment To Clean Water Using Electrocoagulation Method. *Jurnal Kinetika*, 12(01), 1–8. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Kurniawan, A., Rahadi, B., & Dewi Susanawati, L. (2014). Studi Pengaruh Zeolit Alam Termodifikasi Hdtma Terhadap Penurunan Salinitas Air Payau Study Effects of Natural Zeolite Modified HDTMA to Decrease Salinity from Brackish Water. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1(2), 38–46. <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/130>
- Patel, A. K., Joun, J., & Sim, S. J. (2020). A sustainable mixotrophic microalgae cultivation from dairy wastes for carbon credit, bioremediation and lucrative biofuels. *Bioresource Technology*, 313(June), 123681.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123681>

Purwanti, E., Ramdani, D., Rahmadewi, R., Nugraha, B., Efelina, V., & Dampang, S. (2021). Sosialisasi Manfaat Karbon Aktif Sebagai Media Filtrasi Air Guna Meningkatkan Kesadaran Akan Pentingnya Air Bersih Di Smk Pgrl Cikampek. *Selaparang Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 381.

<https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4389>

Sahle-Demessie, E., Aly Hassan, A., & El Badawy, A. (2019). Bio-desalination of brackish and seawater using halophytic algae. *Desalination*, 465(May), 104–113.

<https://doi.org/10.1016/j.desal.2019.05.002>

Sangadjisowohy, I., & Muhamad, M. T. (2019). Efektifitas Media Arang Batok Kelapa Dalam Menurunkan Kadar Salinitas Pada Air Bersih Di Ake Gaale Tahun 2017. *PROMOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(2), 147–151.

<https://doi.org/10.31934/promotif.v8i2.496>

Sintya, M. (2022). Perbaikan Kualitas Air Payau Menggunakan Media Kabon Aktif Dan Zeolit. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(3), 124.

<https://doi.org/10.26630/rj.v15i3.3073>

Wowor, B. Y., Hanurawaty, N. Y., & Yulianto, B. (2023). Perbedaan Variasi Ketebalan Media Filter Arang Aktif Terhadap Penurunan Kadar Total Dissolved Solids (TDS). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(1), 76–83.

<https://doi.org/10.14710/jkli.22.1.76-83>