



Bio-desalinasi air laut menggunakan tumbuhan terapung; Sebuah eksperimen laboratorium pada tiga spesies mangrove

Bio-desalination of sea water using floating plants; A laboratory experiment on three mangroves species

Mesalina Tri Hidayani¹ ✉, Sri Wulandari², Heriansah³, Elmi Novrianti Agusma⁴

¹ Program Studi Ilmu Kelautan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Tamalarea, Makassar, Sulawesi Selatan 90245, Indonesia.

² Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perairan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Tamalarea, Makassar, Sulawesi Selatan 90245, Indonesia.

³ Program Studi Sumber Daya Akuatik, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Tamalarea, Makassar, Sulawesi Selatan 90245, Indonesia.

⁴ Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Tamalarea, Makassar, Sulawesi Selatan 90245, Indonesia

Article Info:

Diterima: 22 Oktober 2023

Disetujui: 12 November 2023

Dipublikasi: 12 November 2023

Keywords:

Bio-desalination; Species mangrove; Floating bed; Laboratorium scale

ABSTRAK. Spesies tumbuhan mangrove telah diketahui efektif untuk proses bio-desalinasi. Namun, saat ini belum ada bukti ilmiah yang mendukung kemampuan bio-desalinasi mangrove jika diterapkan melalui metode terapung. Riset pada skala laboratorium ini bertujuan untuk mengevaluasi bio-desalinasi beberapa spesies mangrove melalui metode terapung. Riset terdiri dari empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan termasuk kelompok kontrol tanpa mangrove (perlakuan A) dan tiga perlakuan menggunakan mangrove (perlakuan B, C, dan D) masing-masing spesies *Bruguiera* sp., *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp. yang diposisikan terapung dalam wadah menggunakan nampan. Selama 8 (delapan) minggu pemeliharaan nutrisi disediakan melalui pemupukan NPK cair sebanyak 60 mL. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan konsentrasi salinitas pada seluruh perlakuan yang menggunakan mangrove antara 22,5–23,9 ppt dari salinitas awal 30 ppt. Hasil berbeda diamati pada perlakuan tanpa mangrove, konsentrasi salinitas cenderung meningkat sampai akhir riset sampai 31,6 ppt. Efisiensi Penurunan Salinitas (EPS) tertinggi dihasilkan oleh mangrove jenis *Avicennia* sp. (25,1%), menyusul *Rhizophora* sp. (22,8%), dan terendah pada *Bruguiera* sp. (20,3%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bio-desalinasi menggunakan mangrove berpengaruh signifikan terhadap EPS dan setiap perlakuan mengindikasikan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Hasil riset ini mengungkapkan bukti awal yang menunjukkan potensi metode apung mangrove untuk proses bio-desalinasi air laut menjadi air payau.

Koresponden:

Mesalina Tri Hidayani

Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Jl. Perintis Kemerdekaan VIII No. 8, Tamalarea, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia 90245

✉ mesha.tri@gmail.com

ABSTRACT. The plant species mangrove has been known to be effective for the bio-desalination process. However, there is currently no scientific evidence supporting the ability of mangrove bio-desalination when implemented through the floating method. This laboratory-scale study aimed to evaluate the bio-desalination of several mangrove species using the floating method. This study consisted of four treatments and three replicates. Treatments included a control group without mangroves (treatment A) and three treatments using mangroves (treatments B, C, and D), *Bruguiera* sp., *Rhizophora* sp., and *Avicennia* sp., which were positioned floating in a tank using a tray. During the eight weeks of rearing, nutrients were provided through 60 mL liquid NPK fertilization. The results showed that there was a decrease in salinity concentration in all mangrove treatments between 22.5–23.9 ppt from the initial salinity of 30 ppt. Different results were observed for the treatment without mangroves, and the salinity concentration tended to increase until the end of the research to 31.6 ppt. The highest Salinity Reduction Efficiency (SRE) was achieved by *Avicennia* sp. (25.1%), followed by *Rhizophora* sp. (22.8%), and the lowest in *Bruguiera* sp. (20.3%). The results of this study showed that bio-desalination using mangroves had a significant effect on SRE, and each treatment indicated a significant difference ($p < 0.05$). The results of this study provide initial evidence of the potential of the mangrove floating method for bio-desalination of seawater into brackish water.

Copyright© November 2023, Mesalina Tri Hidayani, Sri Wulandari, Heriansah, Elmi Novrianti Agusma
Under License a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

1. Pendahuluan

Perubahan iklim akibat pemanasan global merupakan fenomena alam yang berdampak terhadap kenaikan permukaan air laut dan suhu permukaan bumi (Akter *et al.*, 2023). Fenomena ini adalah fenomena global yang dapat mempengaruhi seluruh aspek kehidupan, termasuk aspek lingkungan. Salah satu dampak buruk dari kenaikan permukaan air laut adalah intrusi air laut, yaitu

pergerakan air laut menuju daratan ke akuifer pantai yang telah menjadi penyebab utama peningkatan salinitas tambak di wilayah pesisir (Prusty & Farooq, 2020). Sementara itu, peningkatan suhu permukaan bumi dapat mempercepat proses penguapan sehingga juga berpotensi meningkatkan salinitas (Akter *et al.*, 2023).

Intrusi air laut menjadi masalah di seluruh dunia dan telah dilaporkan di hampir semua benua, termasuk Asia, Afrika, Eropa, Amerika, dan Oseania yang telah mempengaruhi hasil panen

kegiatan akuakultur di wilayah pesisir (Jeen *et al.*, 2021). Kerentanan wilayah pesisir terhadap intrusi air laut berdampak terhadap karakter fisik ekosistem dan kesesuaian perairan untuk akuakultur air payau di tambak. Beberapa biota akuakultur air payau hasil domestikasi tidak dapat tumbuh secara optimal di tambak pada salinitas tinggi karena memiliki batas maksimal toleransi. Oleh karena itu, upaya desalinasi untuk menjaga tingkat salinitas perlu dilakukan agar akuakultur air payau di wilayah pesisir tetap berlanjut.

Desalinasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain deionisasi udara, reverse osmosis, dan filter arang abu, namun metode ini membutuhkan biaya dan energi yang cukup besar sehingga dibutuhkan sebuah metode alternatif yang lebih efisien (Chimayati & Titah, 2019; Kim *et al.*, 2016). Bio-desalinasi melalui penggunaan organisme hidup, seperti mangrove terbukti sebagai media perantara yang baik untuk mengurangi salinitas (Puspaningrum & Titah, 2020). Mangrove adalah pohon toleran garam yang tumbuh di daerah pesisir tropis dan subtropis di seluruh dunia dan untuk bertahan hidup di lingkungan salin atau payau, mangrove mengontrol air dan menyerap ion garam melalui akarnya (Wang *et al.*, 2020).

Mangrove paling populer digunakan untuk restorasi ekologis, termasuk untuk merehabilitasi lingkungan salinitas tinggi (Silva & Amarasinghe, 2021). Pemanfaatan mangrove sebagai bio-desalinasi terbukti dapat menurunkan salinitas air laut. Akar mangrove berperan menyeleksi ion-ion yang diserap dan ditransportasikan ke pembuluh, dapat mengeluarkan 80-90% garam NaCl dari larutan sekitar akarnya, dan absorpsi air garam pada akar yang memiliki permukaan luas terjadi setiap saat dalam bentuk kation dan anion (Sinyo *et al.*, 2022). Akumulasi NaCl pada daun dan akar mangrove meningkat secara dramatis dengan peningkatan salinitas (Silva & Amarasinghe, 2021). Mangrove diketahui adalah halofit fakultatif dengan sistem ultrafiltrasi yang dapat menyaring sekitar 90% ion Na^+ dari air laut di sekitarnya melalui akar dan menyerap garam melalui daun dan/atau kulit (Kim *et al.*, 2016).

Metode pemanfaatan mangrove sebagai bio-desalinasi umumnya dilakukan dengan menanam di dasar perairan. Penggunaan metode terapung mangrove untuk desalinasi masih sangat terbatas. Metode terapung telah dipelajari pada budidaya padi, dimana pada sistem apung dipermukaan air tanpa tanah, akar padi dapat mengasimilasi nutrisi terlarut dari media secara efektif (T. Li *et al.*, 2021). Wadah terapung (*floating bed*) menempatkan akar tanaman pada posisi yang efisien dalam menghilangkan polutan dalam air dan menjadi tempat untuk pertumbuhan mikroorganisme (Yang *et al.*, 2020). Pada wadah terapung, akar tanaman berkembang di bawah wadah, memanjang ke bawah kolom air, dan mengembangkan sistem akar yang luas di bawah permukaan air sehingga mengarah pada penyerapan yang efektif karena peningkatan luas permukaan akar (Shahid *et al.*, 2020).

Pada riset ini, bio-desalinasi mangrove menggunakan metode terapung yang diadopsi dari metode terapung yang telah diaplikasikan pada budidaya padi. Metode ini digunakan dengan harapan akar mangrove dapat lebih efisien dalam menyerap ion garam dalam air. Riset pada skala laboratorium ini bertujuan untuk mengevaluasi beberapa spesies mangrove sebagai bio-desalinasi dalam menurunkan salinitas air laut. Riset ini mungkin yang pertama mengevaluasi bio-desalinasi mangrove metode terapung yang diharapkan dapat berkontribusi dalam merestorasi lingkungan yang kondusif untuk akuakultur air payau melalui metode yang efektif dan efisien.

2. Bahan dan Metode

2.1. Waktu dan Tempat

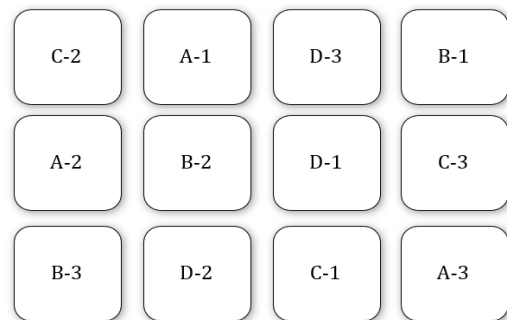
Riset dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan Oktober 2023 di Laboratorium Institut Akuakultur (IA) Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan.

2.2. Rancangan Penelitian

Riset dirancang secara eksperimental laboratorium dengan mengevaluasi tiga jenis mangrove dan satu kontrol sebagai perlakuan (Tabel 1). Setiap perlakuan tersebut dibuat pengulangan tiga kali dengan tata letak didistribusikan secara acak (Gambar 1).

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.

Nama Alat	Satuan	Ketelitian	Kegunaan
Keramba jaring tancap	unit	1	Wadah penelitian
Seser	unit		Menangkap hewan
Timbangan	g		Menimbang hewan uji dan pakan
Alat tulis	unit		Mencatat data penelitian
Kamera	unit		Mendokumentasikan penelitian



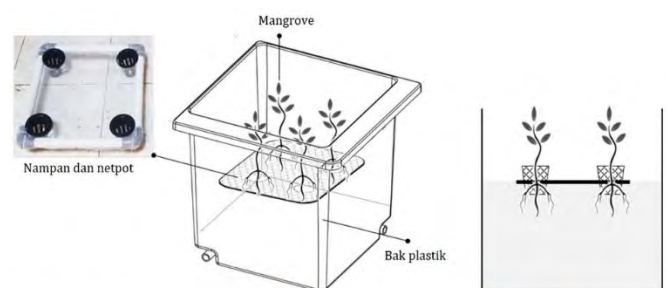
Gambar 1. Ilustrasi tata letak unit perlakuan.

2.3. Alat dan Bahan

Peralatan riset yang digunakan antara lain bak plastik ukuran 50×50×55 cm sebagai wadah pemeliharaan hewan akuatik, nampan (*tray*) 25×25 cm sebagai wadah apung mangrove, netpot diameter 10 cm sebagai wadah tanam mangrove, jangka sorong digital sigmat 150 mm, mistar ukur, dan *water quality meter 5 in 1 AZ 86031* (salinitas, oksigen terlarut, pH, dan suhu). Bahan-bahan riset meliputi bibit mangrove (spesies *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp., dan *Sonneratia* sp.), pupuk cair, tali tis, dan air laut.

2.4. Prosedur Penelitian

Riset diawali dengan pengisian 60 L air laut ke bak eksperimen dengan salinitas awal disesuaikan dengan salinitas umum untuk air laut (30,0 ppt) (Chimayati & Titah, 2019). Nutrien untuk mangrove disediakan melalui pemupukan NPK cair sebanyak 60 mL pada awal dan pertengahan pemeliharaan. Empat tanaman mangrove setiap



Gambar 2. Ilustrasi dan foto wadah pemeliharaan.

perlakuan selanjutnya diapungkan ke media pemeliharaan menggunakan nampian dan netpot. Metode apung menggunakan nampian dan netpot ini mengacu pada panduan dan penggunaan wadah apung tanaman untuk riset akuakultur yang dikembangkan oleh Heriansah *et al.* (2023). Ilustrasi dan foto wadah pemeliharaan ditunjukkan pada Gambar 2.

Tiga spesies mangrove yang digunakan adalah anakan dari pembibitan mangrove di Kabupaten Pangkep. Bibit mangrove tersebut telah diadaptasikan dengan kondisi percobaan selama 3 hari. Selama 8 (delapan) minggu pemeliharaan, dilakukan pengukuran salinitas mingguan pada setiap unit percobaan. Parameter kualitas air yang lain, seperti suhu, oksigen terlarut, dan pH air juga diukur sebagai data pendukung. Selanjutnya efisiensi penurunan salinitas sebagai peubah utama pada riset ini dihitung dengan memodifikasi formula Puspaningrum & Titah (2020) sebagai berikut:

$$\text{EPS (\%)} = \frac{S_o - S_t}{S_o} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: EPS (%) adalah efisiensi penurunan salinitas, S_t adalah nilai salinitas di akhir riset, dan S_o adalah nilai salinitas di awal riset.

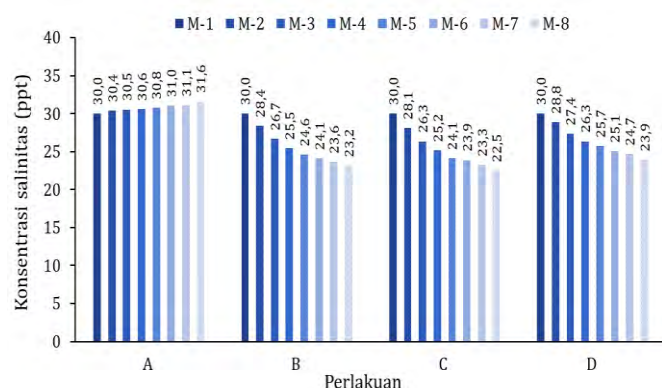
2.5. Analisis Data

Data efisiensi penurunan salinitas terlebih dahulu diuji homogenitas (*Shapiro-Wilk test*) dan normalitas (*Levene test*) dan hasilnya memenuhi asumsi statistik parametrik ($p > 0,05$). Selanjutnya data tersebut dianalisis menggunakan analisis ragam untuk mengetahui pengaruh jenis mangrove terhadap efisiensi penurunan salinitas. Seluruh uji statistik menggunakan IBM SPSS Statistics V-25 pada tingkat signifikan 95% ($p < 0,05$). Sementara itu, data parameter umum kualitas air dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai kualitas air setiap perlakuan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Efisiensi Penurunan Salinitas (EPS)

Riset proses bio-desalinasi air laut ini melibatkan tanaman mangrove selama 8 minggu dengan salinitas awal 30,0 ppt. Mengacu pada klasifikasi yang digunakan Chimayati & Titah (2019), penggolongan air berdasarkan tingkat salinitas dibagi menjadi empat, yaitu air tawar konsentrasi salinitas $< 0,5$ ppt, air payau 0,5–30 ppt, air asin konsentrasi 30–50 ppt, dan air sangat asin konsentrasi > 50 ppt. Berdasarkan klasifikasi ini, air laut yang digunakan pada riset ini tergolong air asin rendah. Tiga perlakuan jenis mangrove digunakan pada riset bio-desalinasi ini, yaitu *Bruguiera* sp., *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp. dan satu perlakuan tanpa mangrove sebagai kontrol. Hasil pengukuran salinitas mingguan pada setiap perlakuan ditunjukkan pada Gambar 3.

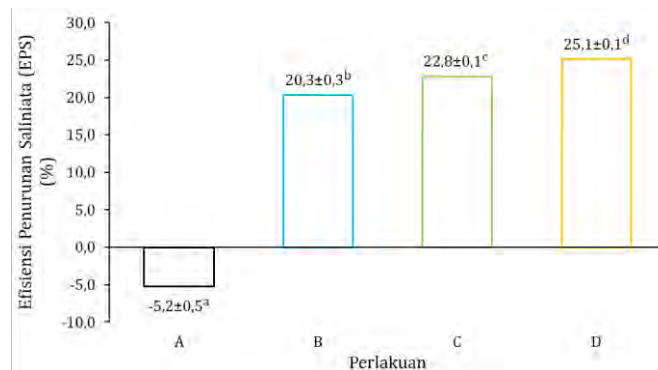


Gambar 3. Konsentrasi salinitas mingguan setiap perlakuan. (Keterangan: A = kontrol (tanpa mangrove), B = mangrove jenis *Bruguiera* sp., C = mangrove jenis *Rhizophora* sp., D = mangrove jenis *Avicennia* sp.)

Hasil pengukuran salinitas pada Gambar 3 menunjukkan adanya penurunan konsentrasi pada seluruh perlakuan yang menggunakan mangrove (perlakuan B, C, dan D). Hal ini mengindikasikan terjadinya proses bio-desalinasi pada air laut oleh mangrove. Penurunan konsentrasi salinitas yang cukup drastis terjadi pada dua minggu pertama untuk semua jenis mangrove, sedangkan pada minggu-minggu berikutnya laju penurunannya relatif rendah. Hasil ini menguatkan beberapa temuan sebelumnya bahwa proses desalinasi mangrove terjadi pada tahap-tahap awal (Chimayati & Titah, 2019; Puspaningrum & Titah, 2020; Saeni & Tanasale, 1999). Penurunan drastis di awal pemeliharaan diduga adalah hasil dari mekanisme fisiologi mangrove untuk beradaptasi dan menjaga keseimbangan antara konsentrasi garam pada jaringan dengan lingkungannya (Chimayati & Titah, 2019). Mekanisme ini dapat pula menjelaskan penurunan salinitas yang relatif rendah pada minggu keempat dan seterusnya yang diduga bahwa meskipun terdapat variasi konsentrasi garam pada jaringan dengan lingkungannya, namun sudah mendekati keseimbangan.

Hasil yang berbeda diperoleh pada perlakuan tanpa mangrove, konsentrasi salinitas cenderung meningkat sampai akhir riset, meskipun peningkatannya tidak tinggi. Selain tidak adanya mangrove yang menyerap ion garam, faktor lingkungan dapat menjelaskan kondisi ini. Riset dilakukan pada musim kemarau panjang di area outdoor sehingga paparan matahari dapat meningkatkan suhu air. Suhu diketahui sangat mempengaruhi laju penguapan (Wang *et al.*, 2020). Perlu disebutkan terlebih dahulu bahwa salinitas diartikan sebagai konsentrasi seluruh larutan garam dalam air yang biasanya dinyatakan dalam satuan mg/L atau ppt (par per thousand) (Hamuna *et al.*, 2018). Penguapan dapat mengurangi volume air, tetapi garam didalamnya tetap ada dan tidak ikut menguap sehingga penguapan tersebut dapat meningkatkan konsentrasi garam (salinitas) dalam air.

Saeni & Tanasale (1999) menyebutkan bahwa akar merupakan jalur awal terjadinya penyerapan garam pada mangrove. Mangrove yang didisposisikan terapan pada riset ini nampaknya mendukung terjadinya proses desalinasi secara efektif. Sejauh pengetahuan penulis, riset ini adalah yang pertama menyelidiki bio-desalinasi mangrove menggunakan metode apung sehingga sulit untuk menyebutkan apakah kinerja pada riset ini lebih baik atau tidak daripada riset sebelumnya. Namun, beberapa studi melaporkan pada spesies padi yang dibudidayakan dengan metode apung mampu mengasimilasi nutrisi melalui akarnya secara efektif (Li *et al.*, 2021). Osti *et al.* (2020) dalam percobaan apung tanaman *Eichhornia crassipes* mendapatkan penurunan signifikan kandungan bahan anorganik di air. Penyerapan nutrisi dari empat spesies tanaman darat diuji dengan peningkatan air asin secara bertahap, menghasilkan peningkatan massa bahan organik pada tunas (Sanicola *et al.*, 2019). Oleh karena itu, logis untuk menduga bahwa metode terapan berkontribusi dalam kinerja penurunan salinitas oleh mangrove dalam riset ini.



Gambar 4. Efisiensi penurunan salinitas setiap perlakuan. (Keterangan: A = kontrol (tanpa mangrove), B = mangrove jenis *Bruguiera* sp., C = mangrove jenis *Rhizophora* sp., D = mangrove jenis *Avicennia* sp.; Angka yang diikuti huruf superskrip yang berbeda mengindikasikan perbedaan yang signifikan)

Gambar 4 menunjukkan bahwa EPS di akhir riset relatif bervariasi pada setiap perlakuan. Salinitas yang meningkat pada perlakuan tanpa mangrove (A) menyebabkan nilai EPS negatif yang mengindikasikan tidak terjadi desalinasi garam. Sementara itu, nilai positif pada perlakuan yang menggunakan mangrove mengindikasikan terjadinya proses bio-desalinasi. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa bio-desalinasi menggunakan mangrove berpengaruh signifikan terhadap EPS ($p < 0,05$). EPS berbeda signifikan pada setiap perlakuan. EPS tertinggi tercatat dari spesies *Avicennia* sp., menyusul spesies *Rhizophora* sp., dan terendah pada spesies *Bruguiera* sp.

Riset ini menunjukkan bahwa mangrove spesies *Avicennia* sp. menghasilkan EPS lebih tinggi dibandingkan spesies mangrove lainnya. Hasil ini sejalan dengan hasil riset (Chimayati & Titah, 2019) yang melaporkan EPS mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* dengan menggunakan reaktor dan bakteri *Vibrio alginolyticus* masing-masing sebesar 40,5% dan 40,1% pada salinitas awal 25 ppt selama 14 hari. Perbedaan metode riset, khususnya lama pemeliharaan diduga penyebab EPS pada riset yang dilaksanakan selama hari (8 minggu) lebih ini rendah dari hasil riset yang telah disebutkan. Hasil pada riset ini memperkuat temuan Titah *et al.* (2020) bahwa mangrove spesies *Avicennia marina* memiliki kemampuan mengakumulasi kadar garam yang tinggi dalam jaringannya.

Mangrove dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok berdasarkan responnya terhadap salinitas, yaitu kelompok yang memiliki kelenjar garam (*secreter*) dan kelompok yang tidak memiliki kelenjar garam (*non-secreter*). *Avicennia* sp. termasuk dalam golongan mangrove *secreter*, sedangkan *Rhizophora* sp. dan *Bruguiera* sp. termasuk mangrove *non-secreter* (Saeni & Tanasale, 1999). Spesies mangrove *secreter* menyerap ion garam melalui metabolisme kelenjar garam dan pada kondisi salinitas yang relatif tinggi, kelenjar tersebut membutuhkan lebih banyak garam untuk diserap (Nizam *et al.*, 2022). Sementara itu, spesies mangrove *non-secreter* menyerap garam melalui permukaan membran sel akar melalui saringan yang ketat (ultrafiltrasi) sehingga tidak semua ion garam dapat diserap (Yusniawati *et al.*, 2017). Penjelasan ini mungkin relevan untuk EPS yang tertinggi pada *Avicennia* sp.

Menurut literatur sudah banyak riset di bidang ini yang melaporkan kemampuan mangrove dalam proses bio-desalinasi air laut. Namun, sejauh ini belum ada riset yang mengevaluasi bio-desalinasi mangrove jika diterapkan melalui metode apung. Hasil pada riset ini mengungkapkan bukti awal yang menunjukkan potensi metode apung mangrove untuk proses bio-desalinasi air laut sebagai salah satu upaya meminimalkan dampak negatif kenaikan salinitas air akibat kenaikan permukaan air laut dan peningkatan suhu permukaan bumi. Jika ini diskenariokan, mungkin tidak berlebihan membayangkan sebuah perangkat mangrove terapung terintegrasi sebagai infrastruktur pada kegiatan akuakultur air payau di wilayah pesisir dengan berbagai efek positif lainnya.

Sebagai contoh efek positif, mangrove diketahui dapat menyerap karbondioksida di udara serta mengekstraksi limbah nitrogen dan zat lain dalam air (Raju & Arockiasamy, 2022). Kinerja pertumbuhan organisme kultivan juga lebih baik di tambak yang terintegrasi dengan mangrove (Venkatachalam *et al.*, 2018). Selain itu, selain itu, keteduhan yang dihasilkan oleh kanopi mangrove dapat berkontribusi dalam mengurangi suhu disekitarnya (Silva & Amarasinghe, 2021). Hal ini strategis karena salah satu ancaman perubahan utama dunia di masa depan adalah kenaikan suhu (Bi *et al.*, 2019). Lebih dari itu, integrasi mangrove dengan akuakultur merupakan pendekatan potensial yang selaras dengan Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA) yang berkelanjutan, sejahtera, dan multisektoral.

3.2. Kualitas Air

Pada riset ini setiap unit penelitian berada pada ruang yang relatif homogen. Oleh karena itu, tiga parameter umum kualitas air yang dicatat, meliputi oksigen terlarut, pH, dan suhu dirangkum dalam nilai kisaran pada semua perlakuan selama penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisaran hasil pengukuran parameter kualitas air.

Parameter	Nilai pengukuran
Oksigen terlarut (mg/L)	4,4–4,9
pH	6,6–6,9
Suhu (°C)	29,8–31,6

Oksigen terlarut tidak pernah turun di bawah 4 mg/L pada setiap unit perlakuan sehingga selamanya kondusif untuk setiap mangrove. Hasil ini mungkin terkait dengan kemampuan mangrove menyediakan oksigen ke air melalui proses fotosintesis (Nizam *et al.*, 2022). Selain itu, mangrove sebagai tumbuhan yang sama dengan padi dapat meningkatkan difusi oksigen dari atmosfer ke dalam air melalui daun ke akar (Li *et al.*, 2019). Tingkat pH merupakan faktor determinan dalam proses biodesalinasi mangrove (Puspaningrum & Titah, 2020). Kisaran nilai pH yang merupakan ukuran keasaman atau kebasaan air selama riset relatif kondusif untuk kehidupan mangrove. Nilai pH yang dibutuhkan untuk mangrove a antara 7,0 dan 8,5 (Hastuti *et al.*, 2023). Suhu diketahui sebagai salah satu faktor yang membatasi efisiensi serapan, terutama ketika tidak ada pergantian air dalam sistem (Macchiavello & Bulboa, 2014). Selain itu, suhu juga mempengaruhi proses penguapan air (Wang *et al.*, 2020). Pada saat suhu tinggi, laju penguapan yang tinggi merangsang peningkatan laju metabolisme yang dapat menyebabkan laju penyerapan air meningkat (Hastuti *et al.*, 2023). Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, bahwa riset ini dilakukan pada musim kemarau panjang di area outdoor sehingga suhu juga berkontribusi terhadap kinerja penurunan salinitas pada setiap perlakuan, khususnya pada perlakuan tanpa mangrove.

4. Simpulan

Hasil riset menunjukkan potensi bio-desalinasi untuk menghasilkan air payau dengan memanfaatkan tiga spesies mangrove dengan metode terapung. Spesies *Avicennia* sp., menghasilkan Efisiensi Penurunan Salinitas (EPS) yang tertinggi dibandingkan spesies *Rhizophora* sp., dan *Bruguiera* sp. Langkah awal setelah hasil ini adalah riset yang lebih mendalam untuk memahami dengan jelas mekanisme fisiologi mangrove terapung dalam menurunkan salinitas. Langkah selanjutnya adalah membangun sistem uji skala lapangan untuk membuktikan kelayakan dan keberlanjutannya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia atas pendanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP), Nomor Kontrak 185/E5/PG.0.00.PL/2023, Tahun Anggaran 2023. Selain itu, penulis mengapresiasi LP2M Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa dan Laboratorium Institut Akuakultur (IA) Moncongloe Maros atas kerjasama selama riset ini dilaksanakan. Penulis juga mengapresiasi seluruh pihak yang telah berkontribusi pada penyusunan dan publikasi artikel ini.

Publisher's Note

Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Wuna on behalf of Sangia Publishing remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Supplementary files

Data sharing not applicable to this article as no datasets were generated or analyzed during the current study, and/or contains supplementary material, which is available to authorized users.

Competing interest

All author(s) declare no competing interest.

References

- Akter, R., Hasan, N., Reza, F., Asaduzzaman, M., Begum, K., & Shammi, M. (2023). Hydrobiology of saline agriculture ecosystem: A review of scenario change in South-West Region of Bangladesh. *Hydrobiology*, 2(1), 162–180. <https://doi.org/10.3390/hydrobiology2010011>
- Bi, R., Zhou, C., Jia, Y., Wang, S., Li, P., Reichwaldt, E. S., & Liu, W. (2019). Giving waterbodies the treatment they need: A critical review of the application of constructed floating wetlands. *Journal of Environmental Management*, 238(October 2018), 484–498. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.064>
- Chimayati, R. L., & Titah, H. S. (2019). The Ability of *Avicennia marina* in decreasing salinity and COD levels in the bio-desalination process. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 8(1), 619–621. <https://www.ijssr.net/archive/v8i1/ART20194237.pdf>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018). Study of seawater quality and pollution index based on physical-chemical parameters in the waters of the Depapre District, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35–43. <https://doi.org/10.14710/jil.16.135-43>
- Hastuti, E. D., Izzati, M., & Prihastanti, E. (2023). Water uptake and salt accumulation under *Rhizophora stylosa* seedling planted in controlled salinity and inundation levels. *AACL Bioflux*, 16(2), 1069–1076.
- Heriansah, Kabangnga, A., & Nursida, N. F. (2023). *Panduan pembuatan dan penggunaan wadah apung tanaman untuk riset akuakultur multi-trofik*. Hak Cipta Nomor Pencatatan: 000443037. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Jeen, S. W., Kang, J., Jung, H., & Lee, J. (2021). Review of seawater intrusion in western coastal regions of south korea. *Water (Switzerland)*, 13(6), 1–27. <https://doi.org/10.3390/w13060761>
- Kim, K., Seo, E., Chang, S. K., Park, T. J., & Lee, S. J. (2016). Novel water filtration of saline water in the outermost layer of mangrove roots. *Scientific Reports*, 6(October 2015), 1–9. <https://doi.org/10.1038/srep20426>
- Li, F., Feng, J., Zhou, X., Xu, C., Haissam Jijakli, M., Zhang, W., & Fang, F. (2019). Impact of rice-fish/shrimp co-culture on the N2O emission and NH3 volatilization in intensive aquaculture ponds. *Sci. of the Tot. Env.*, 655, 284–291. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.440>
- Li, T., Zhang, B., Zhu, C., Su, J., Li, J., Chen, S., & Qin, J. (2021). Effects of an ex situ shrimp-rice aquaponic system on the water quality of aquaculture ponds in the Pearl River estuary, China. *Aquaculture*, 545(June), 737179. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737179>
- Macchiavello, J., & Bulboa, C. (2014). Nutrient uptake efficiency of *Gracilaria chilensis* and *Ulva lactuca* in an IMTA system with the red abalone *Haliotis rufescens*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(3), 523–533. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue3-fulltext-12>
- Nizam, A., Meera, S. P., & Kumar, A. (2022). Genetic and molecular mechanisms underlying mangrove adaptations to intertidal environments. *IScience*, 25(1), 103547. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.103547>
- Osti, J. A. S., do Carmo, C. F., Silva Cerqueira, M. A., Duarte Giamas, M. T., Peixoto, A. C., Vaz-dos-Santos, A. M., & Mercante, C. T. J. (2020). Nitrogen and phosphorus removal from fish farming effluents using artificial floating islands colonized by *Eichhornia crassipes*. *Aquaculture Reports*, 17(April). <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100324>
- Prusty, P., & Farooq, S. H. (2020). Seawater intrusion in the coastal aquifers of India – A review. *HydroResearch*, 3, 61–74. <https://doi.org/10.1016/j.hydres.2020.06.001>
- Puspaningrum, T. C., & Titah, H. S. (2020). The removal of salinity in a reed bed system using mangroves and bacteria in a continuous flow series reactor. *J. of Eco. Eng.*, 21(6), 212–223. <https://doi.org/10.12911/22998993/124075>
- Raju, R. D., & Arockiasamy, M. (2022). Coastal protection using integration of mangroves with floating barges : An innovative concept. *J. Mar. Sci. Eng.*, 10(612), 1–15.
- Saeni, M., & Tanasale, M. (1999). Desalinasi air laut dengan tanaman mangrove. *Buletin Kimia*, 14, 1–21.
- Sanicola, O., Lucke, T., Stewart, M., Tondera, K., & Walker, C. (2019). Root and shoot biomass growth of constructed floating wetlands plants in saline environments. *Int. J. of Environmental Research and Public Health*, 16(2), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph16020275>
- Shahid, M. J., Al-surhane, A. A., Kouadri, F., Ali, S., Nawaz, N., Afzal, M., Rizwan, M., Ali, B., & Soliman, M. H. (2020). Role of microorganisms in the remediation of wastewater in floating treatment wetlands : A Review. *Sustainability*, 1–29.
- Silva, W. De, & Amarasinghe, M. (2021). Response of mangrove plant species to a saline gradient : Implications for ecological restoration. *Acta Botanica Brasilia*, 35(1), 151–160. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0170>
- Sinyo, Y., Tolangara, A., Saibi, N., & Sabtu, R. (2022). Analisis salt content pada media akar dan daun mangrove secrete *Avicennia* sp. *Edukasi*, 20(2), 197–205.
- Titah, S. H., Fitri Purwanti, I., Pratikno, H., Layina Chimayati, R., Handayanu, Rozaimah Sheikh Abdullah, S., & Izzati Ismail, N. (2020). The ability of *Avicennia marina* to uptake ions of sodium and chloride in reed bed system reactor. *E3S Web of Conferences*, 202.
- Venkatachalam, S., Kandasamy, K., & Krishnamoorthy, I. (2018). Survival and growth of fish (*Lates calcarifer*) under integrated mangrove-aquaculture and open-aquaculture systems. *Aquaculture Reports*, 9(November 2017), 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.11.004>
- Wang, Y., Lee, J., Werber, J. R., & Elimelech, M. (2020). Capillary-driven desalination in a synthetic mangrove. *Science Advances*, 6(8). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax5253>
- Yang, X., Li, T., Xia, Y., & Prasad, R. (2020). Microbial fuel cell coupled ecological floating bed for enhancing bioelectricity generation and nitrogen removal. *International Journal of Hydrogen Energy*, xxxx, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.08.051>
- Yusniawati, Mukarlina, & Wardoyo, E. (2017). Pertumbuhan semai bakau putih (*Bruguiera cylindrica*) pada tingkat salinitas yang berbeda. *Jurnal Protobiont*, 6(3), 31–36.

Mesalina Tri Hidayani, Program Studi Ilmu Kelautan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Jl. Perintis Kemerdekaan VIII No. 8, Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia 90245.

Email: mesha.tri@gmail.com

URL Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=WjjSPWUAAAAJ&hl=en&oi=ao>

URL Sinta: <https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6098203>

Sri Wulandari, Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perairan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Jl. Perintis Kemerdekaan VIII No. 8, Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia 90245.

Email: sriwulandarigokaust@gmail.com

URL Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=5EPlth8AAAAJ&hl=id>

URL Sinta: <https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6771665>

Heriansah, Program Studi Sumber Daya Akuatik, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Jl. Perintis Kemerdekaan VIII No. 8, Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia 90245.

Email: heriansah.itbm.bd@gmail.com

URL Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=06Ajif0AAAAJ&hl=en&oi=ao>

URL Sinta: <https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5976237>

URL Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57198900087>

URL Orchid: <https://orcid.org/0000-0003-2620-9366>

Elmi Novrianti Agusma, Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Jl. Perintis Kemerdekaan VIII No. 8, Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia 90245.

Email: ikelminovriantiagusma@gmail.com

How to cite this article:

Hidayani, M.T., Wulandari, S., Heriansah, & Agusma, E.N., 2023. Bio-desalination of sea water using floating plants; A laboratory experiment on three mangroves species. *Akuatikisle: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil* 7(2): 159-164.

<https://doi.org/10.29239/j.akuatikisle.7.2.159-164>
