

EFEKTIFITAS UJI ADAPTASI TANAMAN TERATAI, ECENG GONDOK, DAN KANGKUNG DALAM MENURUNKAN KADAR COD, BOD, DAN DO DALAM LIMBAH DOMESTIK

Elizabet Matolisi^{1*}, Alimin², & Marlini³

^{1,2,&3}Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah, Jalan Parit Indah Nomor 38, Pekanbaru, Riau 28289, Indonesia

*Email: elizabet@ikta.ac.id

Submit: 08-12-2025; Revised: 15-12-2025; Accepted: 18-12-2025; Published: 07-01-2026

ABSTRAK: Pencemaran mikrobiologis pada air sungai merupakan salah satu risiko utama terhadap kesehatan masyarakat. *Escherichia coli* digunakan sebagai indikator pencemaran tinja dalam perairan. Sungai Aur merupakan sungai pasang surut di Kota Palembang yang menerima limpasan limbah domestik dari aktivitas masyarakat di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi total *coliform* serta mengidentifikasi jenis *coliform* dominan di Sungai Aur. Penelitian dilakukan sepanjang 2,5 km dengan tiga stasiun pengamatan (hulu, tengah, dan hilir). Pengambilan sampel air dilakukan pada lima titik di setiap stasiun, dan analisis *coliform* mengacu pada SNI 3554. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi total *coliform* pada stasiun hulu sebesar $5,24 \times 10^6 \pm 1,1 \times 10^5$ CFU/100 mL, stasiun tengah sebesar $1,1 \times 10^4 \pm 5,5 \times 10^2$ CFU/100 mL, dan stasiun hilir sebesar $9,2 \times 10^6 \pm 1,1 \times 10^5$ CFU/100 mL yang seluruhnya melebihi baku mutu sebesar 5×10^3 CFU/100 mL. Jenis *coliform* dominan yang teridentifikasi meliputi *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*, dan *Enterobacter* sp. Hasil ini menunjukkan bahwa Sungai Aur telah mengalami pencemaran mikrobiologis yang signifikan, sehingga diperlukan upaya pengendalian dan pengelolaan kualitas air secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Kualitas Air, Mikroorganisme Patogen, Sungai, Sungai Aur, Total *Coliform*.

ABSTRACT: Microbiological pollution of river water is one of the major risks to public health. *Escherichia coli* is used as an indicator of fecal contamination in waters. The Aur River is a tidal river in Palembang City that receives domestic waste runoff from the activities of the surrounding community. This study aims to analyze the total concentration of *coliform* and identify the dominant *coliform* type in the Aur River. The research was carried out along 2.5 km with three observation stations (upstream, middle, and downstream). Water sampling was carried out at five points at each station, and *coliform* analysis referred to SNI 3554. The results showed that the total *coliform* concentration at the upstream station was $5.24 \times 10^6 \pm 1.1 \times 10^5$ CFU/100 mL, the middle station was $1.1 \times 10^4 \pm 5.5 \times 10^2$ CFU/100 mL, and the downstream station was $9.2 \times 10^6 \pm 1.1 \times 10^5$ CFU/100 mL, all of which exceeded the quality standard of 5×10^3 CFU/100 mL. The dominant *coliform* types identified include *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*, and *Enterobacter* sp. These results show that the Aur River has experienced significant microbiological pollution, so efforts to control and manage water quality in a sustainable manner are needed.

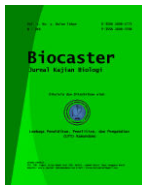
Keywords: Water Quality, Pathogenic Microorganisms, River, River Aur, Total *Coliform*.

How to Cite: Matolisi, E., Alimin, A., & Marlini, M. (2026). Efektifitas Uji Adaptasi Tanaman Teratai, Eceng Gondok, dan Kangkung dalam Menurunkan Kadar COD, BOD, dan DO dalam Limbah Domestik. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 6(1), 345-360. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v6i1.912>



Biocaster : Jurnal Kajian Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/biocaster>



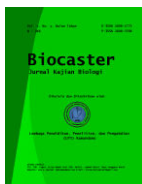
PENDAHULUAN

Sungai merupakan indikator yang paling tepat untuk setiap penyimpangan yang terjadi pada kondisi alami suatu bentang alam. Integrasi masukan dan proses alami dan antropogenik membentuk faktor-faktor yang memengaruhi kualitas air sungai. Perkembangan peradaban di seluruh dunia telah disaksikan di sekitar sungai yang menyebabkan penurunan kualitas air dan sedimen melalui aktivitas antropogenik (Khan *et al.*, 2020). Air sungai merupakan salah satu sumber air permukaan yang dimanfaatkan oleh sebagian penduduk untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Pencemaran air sungai menjadi masalah di beberapa negara, khususnya negara berkembang seperti Indonesia (Suriadikusumah *et al.*, 2020). Air sungai telah mengalami penurunan kualitas akibat terjadinya pencemaran logam berat (Paul, 2017; Sofiana *et al.*, 2023; Widyastuti *et al.*, 2021).

Air limbah yang dihasilkan dari sisa kegiatan rumah tangga dikategorikan menjadi dua jenis, *greywater* dan *black water*. *Greywater* merupakan potensi terbesar sebagai kandungan dalam air limbah *domestic*. *Greywater* merupakan air limbah rumah tangga yang dihasilkan dari sisa mandi, mesin cuci, dan *wastafel* kamar mandi tidak termasuk limbah toilet dan memiliki patogen yang rendah, serta kontaminan organik. *Greywater* dari kegiatan rumah tangga menghasilkan pencemar sebesar 50-70 persen. Komposisi *greywater* sangat bervariasi menurut sumber pencemarnya dan dipengaruhi oleh kualitas air setempat (Gyapong-Korsah *et al.*, 2023; Hassan *et al.*, 2024). Beberapa penelitian melaporkan kandungan pencemar yang terdapat dalam *greywater* termasuk zat asam dan basa, padatan tersuspensi dan terlarut, minyak dan lemak, logam berat, bahan kimia sintetis, dan organisme *pathogen*. Kualitas air limbah domestik ditentukan oleh beberapa parameter, yaitu derajat keasaman, BOD, COD, dan DO.

Kecamatan Jakabaring merupakan sebuah kecamatan di Kota Palembang dengan jumlah penduduk 90.415 jiwa, dengan kepadatan penduduk per kilometer adalah 9.871 yang merupakan masuk wilayah dengan kategori kumuh, hal ini berdasarkan SK Kumuh Wali Kota Nomor 325/KPTS/DPRKP/2020. Jumlah kasus penyakit dominan di Kecamatan Jakabaring adalah tuberculosis sebanyak 469 tahun 2019, 246 tahun 2020, Pneumonia 266 tahun 2019 dan 77 orang tahun 2020, dan Diareha 2.927 orang tahun 2019 dan 1329 tahun 2020. Kelurahan 9-10 ulu dengan total populasi 12.380 jiwa, jumlah RW 8, RT ada 34 dengan kepadatan penduduk 28.791/km², mayoritas masyarakatnya tinggal di atas rumah panggung dengan sanitasi yang tidak sehat. Limbah rumah tangga di kawasan tersebut tidak melalui pengolahan atau drainase yang memadai, sehingga langsung dibuang ke badan Sungai Aur. Selain dari pada itu, di bagian hilir sungai terdapat pasar tradisional yang juga membuang limbah langsung ke sungai.

Sungai Aur merupakan sungai pasang surut yang melintasi Kecamatan Jakabaring, Kota Palembang, yang termasuk dalam kawasan permukiman padat dan sebagian dikategorikan sebagai wilayah kumuh. Sebagian besar masyarakat bermukim di rumah panggung dengan sistem sanitasi yang tidak memadai, sehingga limbah rumah tangga dibuang langsung ke badan sungai. Kondisi ini diperparah dengan keberadaan pasar tradisional di bagian hilir sungai yang turut menyumbang limbah domestik. Akibatnya, kualitas air Sungai Aur menurun dan berpotensi menimbulkan dampak kesehatan bagi masyarakat sekitar.



Berdasarkan kondisi ini, perlu dilakukan uji vegetasi dengan tanaman teratai, eceng gondok, dan kangkung untuk melihat efektifitas penurunan konsentrasi pH, BOD, COD (Putra & Yulia, 2019), dan DO (Hamuna *et al.*, 2018). Oleh karena itu, diperlukan kajian mengenai kualitas mikrobiologis air Sungai Aur sebagai dasar dalam pengelolaan dan pengendalian pencemaran. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi total *coliform* dan mengidentifikasi jenis bakteri *coliform* dominan pada air Sungai Aur di Kota Palembang.

METODE

Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel diambil di Sungai Aur Kota Palembang. Sampel diambil pada 3 stasiun, yaitu stasiun 1 pada bagian hulu (titik koordinat -2.998377, 104.771467), stasiun 2 pada bagian tengah (titik koordinat -2.995815, 104.768369), dan stasiun 3 pada bagian hilir (titik koordinat -2.991283, 104.766674). Setiap stasiun diambil dalam 5 titik.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu GPS, elektroda, spektro, BOD Reader, gravimetri (timbangan dan oven), kertas label sampel, ATK, botol *pyrex* 1000ml, botol polietilen, botol ukuran 1,5 liter, tali, korek api, ember, lilin, gayung, kamera, dan corong air. Kemudian untuk bahan penelitian yang digunakan di antaranya adalah air limbah domestik dari lokasi penelitian di Sungai Aur yang diperoleh pada beberapa titik yang telah ditentukan.

Uji Kualitas Limbah

Uji kualitas limbah cair *greywater* domestik dilakukan di Laboratorium. Tujuan uji kualitas limbah yaitu untuk mengetahui konsentrasi pH, BOD, COD, dan DO yang dijadikan sebagai bahan penelitian. Limbah cair *greywater* domestik diambil dari Sungai Aur 9-10 Ulu Kecamatan Jakabaring, Kota Palembang.

Uji Adaptasi

Tanaman rawa terhadap berbagai kondisi limbah merupakan kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk melihat kemampuan tanaman rawa dalam beradaptasi dengan berbagai kondisi konsentrasi limbah. Dalam uji adaptasi ini menggunakan 3 tanaman rawa, yakni tanaman teratai, kangkung, dan eceng gondok dengan 4 taraf konsentrasi, yakni konsentrasi 100%, 75%, 50%, dan 25%. Uji adaptasi ini diutamakan untuk melihat 2 aspek utama yaitu berupa keadaan vegetasi dan air.

Analisa Data

Hasil dari penelitian dilakukan analisis menggunakan uji *t dependent* dan uji ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Adaptasi Vegetasi

Uji adaptasi dilakukan pada 4 taraf konsentrasi air limbah domestik, yaitu konsentrasi 100%, 75%, 50%, dan 25%. Uji adaptasi dilakukan untuk melihat 2 aspek utama yaitu berupa keadaan vegetasi dan air. Pengamatan dilakukan secara berkala untuk menilai kemampuan vegetasi dalam beradaptasi.

Tabel 1. Diameter Batang/ Tangkai dan Diameter Daun pada Uji Vegetasi Konsentrasi 100%, 75%, 50%, dan 25% dalam Hari di Minggu Pertama.

Jenis Vegetasi	Parameter	Hari	Konsentrasi Limbah			
			25%	50%	75%	100%
Kangkung	Diameter Daun	Hari - 0	3	3	3	3
		Hari - 1	3	3	3	3
		Hari - 2	3	3	3	3
		Hari - 3	4	4	3	3
		Hari - 4	4	4	4	5
		Hari - 5	4	4	6	6
		Hari - 6	4	5	7	7
		Hari - 7	4	5	7	7
	Diameter Batang	Hari - 0	0.3	0.3	0.3	0.3
		Hari - 1	0.3	0.3	0.3	0.3
		Hari - 2	0.3	0.3	0.3	0.3
		Hari - 3	0.3	0.4	0.4	0.5
		Hari - 4	0.3	0.4	0.6	0.6
		Hari - 5	0.4	0.5	0.7	0.7
Eceng Gondok	Diameter Daun	Hari - 0	3	4	3	3
		Hari - 1	3	4	3	3
		Hari - 2	3	4	3	3
		Hari - 3	3	4	3	3
		Hari - 4	3	4	4	4
		Hari - 5	4	5	4	4
		Hari - 6	4	5	5	5
		Hari - 7	4	5	5	5
	Diameter Tangkai	Hari - 0	1	1	1	1
		Hari - 1	1	1	1	1
		Hari - 2	1	1	1	1
		Hari - 3	1	1.2	1.1	1.2
		Hari - 4	1	1.2	1.2	1.3
		Hari - 5	1.2	1.3	1.3	1.4
Teratai	Diameter Daun	Hari - 0	18	18	19	18
		Hari - 1	18	18	19	18
		Hari - 2	18	18	19	18
		Hari - 3	18	19	20	19
		Hari - 4	18	19	21	21
		Hari - 5	19	21	21	22
		Hari - 6	20	22	23	23
		Hari - 7	20	22	23	23
	Diameter Tangkai	Hari - 0	0.4	0.4	0.4	0.4
		Hari - 1	0.4	0.4	0.4	0.4
		Hari - 2	0.4	0.4	0.4	0.4
		Hari - 3	0.4	0.4	0.4	0.4
		Hari - 4	0.4	0.5	0.5	0.5
		Hari - 5	0.5	0.5	0.5	0.6
		Hari - 6	0.5	0.6	0.6	0.7
		Hari - 7	0.5	0.6	0.6	0.7

Pengamatan awal tanaman dilakukan setelah tanaman ditempatkan ke dalam wadah uji adaptasi. Pengamatan ini bertujuan untuk memperoleh data awal

ukuran tanaman sebagai dasar dalam mengevaluasi perkembangannya selama uji adaptasi berlangsung. Pada uji adaptasi hari pertama dan kedua, tanaman pada taraf konsentrasi 100%, 75%, dan 50% menunjukkan perubahan pada daun, yaitu tampak layu, berwarna kuning, serta pertumbuhannya cenderung kerdil. Sedangkan tanaman pada taraf konsentrasi 25% cenderung menunjukkan kondisi normal.

Memasuki hari ke-4, seluruh tanaman mulai menunjukkan kondisi normal yang ditandai dengan daun-daun yang sebelumnya menguning mulai kembali meng hijau, serta tanaman yang pertumbuhannya kerdil mulai mengalami perkembangan daun secara optimal. Pada hari ke-6, seluruh tanaman telah berada dalam kondisi normal, dan pada hari ke-7 pertumbuhan tanaman telah mencapai kondisi maksimal. Perkembangan harian tanaman selama satu minggu pertama dapat dilihat pada Tabel 1.

Untuk tanaman kangkung, pada hari ke-3 tanaman dengan konsentrasi 25% telah menunjukkan perubahan pertumbuhan, sedangkan tanaman pada konsentrasi lainnya belum mengalami perubahan ukuran. Namun, pada hari-hari berikutnya, tanaman pada taraf konsentrasi 50%, 75%, dan 100% mengalami pertumbuhan yang cukup pesat hingga melampaui pertumbuhan tanaman pada konsentrasi 25%. Tanaman pada taraf konsentrasi 25% cenderung mengalami stagnasi pertumbuhan hingga hari ke-7. Pertumbuhan tanaman eceng gondok dan teratai cenderung stabil setiap harinya. Namun, hingga hari ke-7, pertumbuhan tertinggi terlihat pada tanaman dengan taraf konsentrasi yang lebih tinggi. Pertumbuhan tanaman pada minggu pertama setelah penanaman ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Diameter Batang/ Tangkai dan Diameter Daun pada Uji Vegetasi di Minggu Pertama.

Pada Gambar 1 ditampilkan grafik diameter batang/ tangkai dan diameter daun pada uji vegetasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seiring bertambahnya waktu, diameter batang/ tangkai maupun diameter daun mengalami peningkatan. Sedangkan data diameter batang/ tangkai dan diameter daun pada uji vegetasi dengan taraf konsentrasi 100%, 75%, 50%, dan 25% pada minggu ke-1 hingga minggu ke-4 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Diameter Batang/ Tangkai dan Diameter Daun pada Uji Vegetasi Konsentrasi 100%, 75%, 50%, dan 25% di Minggu ke-1 sampai dengan Minggu ke-4.

Parameter		Minggu	Konsentrasi limbah			
			25%	50%	75%	100%
Kangkung	Diameter Daun	Minggu - 1	4	5	7	7
		Minggu - 2	5	7	8	8
		Minggu - 3	6	8	9	10
		Minggu - 4	6	8	9	10
	Diameter Batang	Minggu - 1	0.4	0.5	0.8	0.8
		Minggu - 2	0.4	0.7	1	1
		Minggu - 3	0.5	0.8	1	1
		Minggu - 4	0.8	0.9	1.1	1.2
Eceng Gondok	Diameter Daun	Minggu - 1	4	5	5	5
		Minggu - 2	5	6	7	7
		Minggu - 3	6	8	9	9
		Minggu - 4	7	9	10	11
	Diameter Tangkai	Minggu - 1	1.3	1.4	1.4	1.5
		Minggu - 2	1.3	1.4	1.4	1.5
		Minggu - 3	1.5	1.6	1.7	1.9
		Minggu - 4	1.8	2	2.1	2.2
Teratai	Diameter Daun	Minggu - 1	20	22	23	23
		Minggu - 2	22	24	25	25
		Minggu - 3	25	27	29	32
		Minggu - 4	29	30	32	33
	Diameter Tangkai	Minggu - 1	0.5	0.6	0.6	0.7
		Minggu - 2	0.5	0.7	0.8	0.8
		Minggu - 3	0.7	1	1.2	1.3
		Minggu - 4	1	1.7	1.8	1.4

Hasil pengukuran diameter batang/ tangkai dan diameter daun pada uji vegetasi dengan taraf konsentrasi 100%, 75%, 50%, dan 25% dari minggu ke-1 hingga minggu ke-4 menunjukkan adanya peningkatan, meskipun peningkatan tersebut tidak terlalu signifikan. Pada tanaman teratai, perkembangan daun telah berlangsung secara normal dan beberapa bunga mulai mekar. Perbedaan taraf konsentrasi yang diberikan tidak menunjukkan pengaruh yang mencolok terhadap laju pertumbuhan diameter batang/ tangkai maupun diameter daun selama periode pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman masih mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai tingkat konsentrasi perlakuan, sehingga proses fisiologis seperti pembelahan dan pembesaran sel tetap berlangsung. Kondisi lingkungan perairan yang relatif stabil juga berperan dalam mendukung pertumbuhan vegetatif teratai, sehingga respons tanaman terhadap variasi konsentrasi menjadi kurang terlihat secara signifikan. Dokumentasi kegiatan pengamatan disajikan pada Gambar 2, sedangkan hasil pengamatan pada minggu kedua disajikan pada Tabel 2.



Gambar 2. Grafik Diameter Batang/ Tangkai dan Diameter Daun pada Uji Vegetasi di Minggu ke-1 sampai dengan Minggu ke-4.

Grafik diameter batang/ tangkai dan diameter daun pada uji vegetasi dengan taraf konsentrasi 100%, 75%, 50%, dan 25% pada minggu ke-1 hingga minggu ke-4 menunjukkan kecenderungan peningkatan pada masing-masing jenis vegetasi. Dilakukan pula pengamatan terhadap kondisi akar dan warna air pada setiap jenis vegetasi. Hasil pengamatan akar menunjukkan bahwa pada minggu kedua akar tanaman berwarna hitam yang mengindikasikan terjadinya absorpsi unsur hara dari limbah domestik. Pada awal pengamatan, akar tanaman masih berwarna putih kecokelatan.

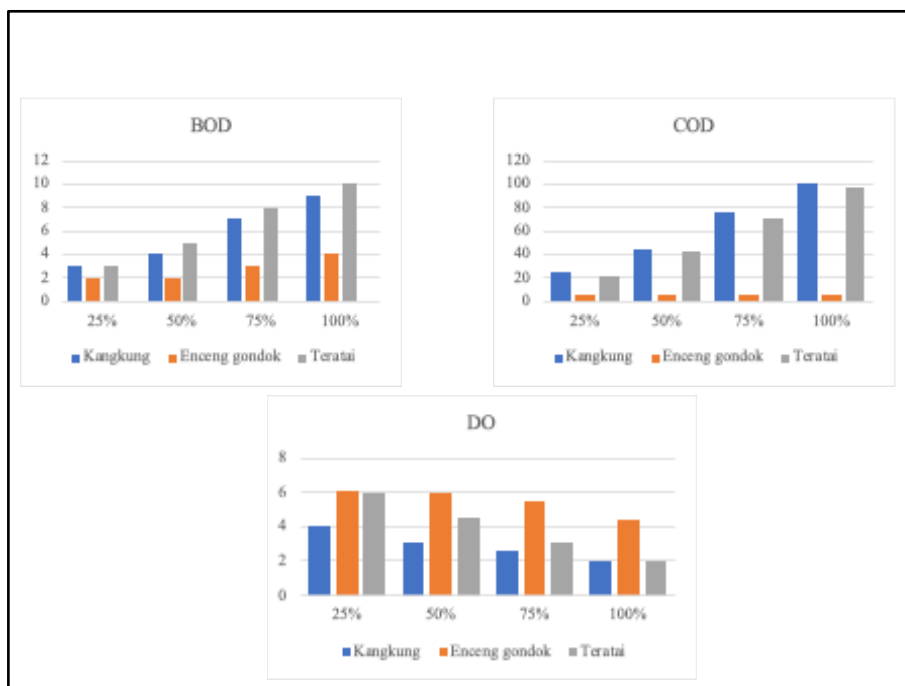
Berdasarkan pengamatan terhadap kondisi air, pada hari ke-3 air pada wadah yang ditanami eceng gondok mulai tampak jernih dan terjadi pengendapan di dasar wadah. Selanjutnya, pada hari ke-4 seluruh perlakuan tanaman menunjukkan kondisi air yang mulai jernih. Kondisi paling optimal terlihat pada hari ke-6, ditandai dengan perbedaan yang jelas dibandingkan dengan air pada perlakuan kontrol yang cenderung keruh serta terdapat banyak kotoran yang mengendap di dasar wadah. Secara umum, hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada uji adaptasi, tanaman eceng gondok memiliki kemampuan paling optimal dalam menjernihkan air. Sedangkan air pada perlakuan tanaman kangkung cenderung berwarna kekuningan, dan pada tanaman teratai tampak agak kehitaman.

Setelah dilakukan pengamatan selama 4 minggu, sampel air dilakukan analisis parameter BOD, COD, dan DO. Untuk hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3.

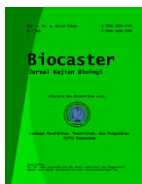
Tabel 3. Hasil Pengukuran BOD, COD, dan DO.

Parameter	Jenis Vegetasi	Konsentrasi Limbah			
		25%	50%	75%	100%
BOD	Kangkung	3	4	7	9
	Eceng Gondok	2	2	3	4
	Teratai	3	5	8	10
COD	Kangkung	24	45	76	100
	Eceng Gondok	5	5	6	6
	Teratai	22	43	71	97
DO	Kangkung	4	3.1	2.6	1.98
	Eceng Gondok	6.12	6	5.52	4.41
	Teratai	6	4.56	3.12	2

Berdasarkan hasil analisis uji adaptasi tanaman diperoleh bahwa seluruh perlakuan mampu menurunkan nilai BOD dan COD serta meningkatkan nilai DO. Pada taraf konsentrasi 50% dan 25%, secara keseluruhan tanaman mampu menurunkan parameter BOD dan COD hingga berada di bawah baku mutu air sungai. Sedangkan pada taraf konsentrasi 100% dan 75%, tanaman kangkung dan teratai mampu menurunkan nilai BOD dan COD hingga mencapai kelas IV baku mutu air sungai. Pada tanaman eceng gondok, nilai BOD mencapai kelas III dan nilai COD mencapai kelas I baku mutu air sungai berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 16 Tahun 2005. Secara keseluruhan pada setiap taraf konsentrasi dan jenis tanaman, nilai DO telah memenuhi baku mutu air sungai sesuai dengan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 16 Tahun 2005.



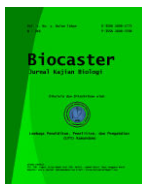
Gambar 3. Grafik Hasil Pengukuran BOD, COD, dan DO pada Uji Vegetasi Konsentrasi 100%, 75%, 50%, dan 25%.



Kajian efektivitas uji adaptasi tanaman air dalam pengolahan limbah domestik menunjukkan bahwa proses penyesuaian fisiologis vegetasi memegang peran penting dalam menentukan keberhasilan penurunan beban pencemar organik. Tanaman teratai, eceng gondok, dan kangkung memiliki karakter morfologi dan mekanisme adaptasi yang berbeda terhadap kondisi perairan tercemar. Hasil pengamatan awal memperlihatkan adanya respons stres pada jaringan daun berupa perubahan warna dan penurunan vitalitas pada media dengan konsentrasi limbah tinggi. Kondisi tersebut selaras dengan teori ekofisiologi tumbuhan air yang menjelaskan bahwa senyawa organik terlarut dapat menghambat proses fotosintesis pada fase awal adaptasi. Perubahan tersebut bersifat sementara, karena tanaman air memiliki kemampuan aklimatisasi melalui pembentukan jaringan baru. Proses adaptasi ini ditandai dengan pulihnya warna daun dan meningkatnya ukuran organ vegetatif. Fenomena pemulihan vegetasi menunjukkan bahwa limbah domestik masih berada dalam rentang toleransi biologis tanaman uji. Tanaman air mampu menyesuaikan diri melalui mekanisme detoksifikasi internal (Lebang, 2025). Kondisi adaptif tersebut menjadi dasar bagi keberlanjutan proses penurunan parameter kualitas air.

Pertumbuhan diameter daun dan batang pada kangkung menunjukkan pola respons yang unik terhadap variasi konsentrasi limbah domestik. Kangkung memperlihatkan fase stagnasi pertumbuhan pada tahap awal sebelum mengalami percepatan perkembangan jaringan vegetatif. Pola tersebut menunjukkan adanya fase penyesuaian metabolik sebelum nutrisi dalam limbah dapat dimanfaatkan secara optimal. Teori *nutrien availability* menjelaskan bahwa unsur organik dalam limbah domestik dapat berfungsi sebagai sumber hara setelah proses adaptasi berlangsung (Nendissa *et al.*, 2025). Perkembangan yang lebih pesat pada konsentrasi limbah tinggi mengindikasikan kemampuan kangkung dalam memanfaatkan nitrogen dan fosfor terlarut. Respons ini memperkuat pandangan bahwa kangkung memiliki toleransi tinggi terhadap fluktuasi kualitas air. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Putri *et al.* (2023) yang menempatkan kangkung sebagai tanaman air dengan laju pertumbuhan cepat pada media tercemar. Stabilitas pertumbuhan pada fase lanjutan menunjukkan tercapainya keseimbangan antara stres lingkungan dan kemampuan fisiologis tanaman. Kondisi ini berkontribusi terhadap efektivitas penyerapan bahan pencemar organik.

Eceng gondok menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang relatif stabil sejak tahap awal adaptasi. Karakteristik akar serabut yang panjang memungkinkan tanaman ini melakukan penyerapan zat organik secara intensif. Perubahan warna akar menjadi lebih gelap mencerminkan terjadinya akumulasi bahan pencemar pada jaringan akar. Fenomena ini sesuai dengan konsep rhizofiltrasi dalam fitoremediasi perairan. Daun dan tangkai eceng gondok mengalami peningkatan ukuran secara bertahap tanpa menunjukkan gejala stres berat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa eceng gondok memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap beban organik limbah domestik. Penjernihan air yang terjadi lebih cepat pada media dengan eceng gondok memperkuat peran tanaman ini sebagai agen fitoremediasi yang efektif. Menurut Churko *et al.* (2023), eceng gondok unggul dalam menurunkan kekeruhan dan zat organik terlarut. Efektivitas ini menjadi faktor utama dalam peningkatan kualitas air selama masa pengamatan.

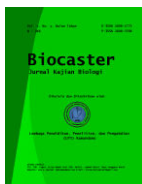


Tanaman teratai memperlihatkan respons adaptasi yang ditandai dengan pemulihan warna daun dan munculnya organ generatif. Perkembangan daun yang stabil menunjukkan kemampuan teratai dalam menjaga keseimbangan fisiologis pada lingkungan tercemar. Struktur daun yang lebar memungkinkan proses fotosintesis tetap berlangsung optimal meskipun terdapat tekanan kualitas air. Teori adaptasi morfologis menyebutkan bahwa luas permukaan daun berperan dalam efisiensi pertukaran gas dan penyerapan *nutrient* (Mailidarni & Djafar, 2025). Pertumbuhan tangkai yang meningkat mencerminkan keberhasilan transportasi *nutrient* dari akar ke jaringan atas. Kehadiran bunga menjadi indikator bahwa kondisi lingkungan telah mendukung pertumbuhan normal tanaman. Temuan ini mengindikasikan bahwa limbah domestik dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh setelah melewati fase adaptasi. Menurut Wang *et al.* (2022), teratai mampu bertahan pada perairan eutrofik dengan tingkat nutrisi tinggi. Kondisi tersebut mendukung peran teratai sebagai komponen penting dalam sistem fitoremediasi.

Perubahan visual kualitas air selama uji adaptasi menunjukkan perbedaan efektivitas antar jenis vegetasi. Air pada media eceng gondok mengalami penurunan kekeruhan yang lebih cepat dibandingkan vegetasi lainnya. Proses pengendapan partikel organik di dasar wadah mengindikasikan terjadinya pengikatan bahan tersuspensi oleh sistem perakaran. Kangkung menunjukkan perubahan warna air yang cenderung kekuningan akibat senyawa organik terlarut yang belum sepenuhnya terdegradasi. Teratai memperlihatkan warna air yang lebih gelap yang berkaitan dengan pelepasan senyawa metabolit dari jaringan tanaman. Fenomena ini sesuai dengan teori interaksi tanaman dan mikroorganisme dalam perairan. Aktivitas mikroba yang terstimulasi oleh akar tanaman berkontribusi terhadap proses dekomposisi bahan organik. Perbedaan karakter air mencerminkan variasi mekanisme fitoremediasi antar vegetasi. Kondisi ini menegaskan bahwa efektivitas penjernihan air dipengaruhi oleh tipe tanaman yang digunakan (Mali *et al.*, 2022). Integrasi berbagai jenis tanaman berpotensi meningkatkan kualitas pengolahan limbah domestik.

Penurunan parameter kebutuhan oksigen biologis menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme heterotrof mengalami pengendalian yang efektif. Tanaman air berperan dalam menyediakan oksigen terlarut melalui proses fotosintesis. Penurunan beban organik menyebabkan berkurangnya konsumsi oksigen oleh mikroba pengurai. Kondisi ini sejalan dengan teori keseimbangan oksigen dalam ekosistem perairan. Eceng gondok menunjukkan kemampuan paling optimal dalam menekan kebutuhan oksigen biologis. Kangkung dan teratai juga berkontribusi dalam menurunkan parameter tersebut meskipun dengan efektivitas yang berbeda. Hasil ini mengindikasikan bahwa struktur akar dan laju pertumbuhan mempengaruhi kemampuan pengolahan limbah. Menurut Indrawati & Prasetyo (2025), tanaman dengan biomassa akar besar memiliki efisiensi lebih tinggi dalam menurunkan beban organik. Penurunan kebutuhan oksigen biologis mencerminkan meningkatnya kualitas air secara ekologis. Kondisi ini mendukung pemanfaatan tanaman air sebagai teknologi pengolahan limbah ramah lingkungan.

Parameter kebutuhan oksigen kimia menunjukkan penurunan signifikan pada media dengan vegetasi tertentu. Eceng gondok menunjukkan kemampuan paling konsisten dalam menurunkan senyawa organik yang sulit terurai.

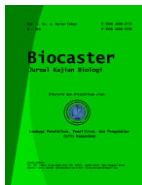


Mekanisme penyerapan langsung dan degradasi mikroba menjadi faktor utama dalam proses tersebut. Kangkung dan teratai juga menunjukkan penurunan kebutuhan oksigen kimia meskipun tidak seefektif eceng gondok. Perbedaan ini berkaitan dengan luas permukaan akar dan intensitas interaksi dengan mikroorganisme. Teori fitodegradasi menjelaskan bahwa tanaman tertentu mampu memecah senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana (Apriliya, 2025). Penurunan parameter ini menunjukkan berkurangnya potensi pencemaran air dan memperkuat peran fitoremediasi sebagai alternatif pengolahan limbah domestik berbiaya rendah (Ryanita *et al.*, 2020). Implementasi metode ini berpotensi diterapkan pada skala yang lebih luas.

Peningkatan kadar oksigen terlarut mencerminkan perbaikan kondisi ekologi perairan selama uji adaptasi. Tanaman air berperan sebagai sumber oksigen melalui aktivitas fotosintesis yang berlangsung stabil. Penurunan beban organik turut mengurangi konsumsi oksigen oleh mikroorganisme. Eceng gondok dan teratai menunjukkan kontribusi besar terhadap peningkatan oksigen terlarut. Kangkung juga memberikan dampak positif meskipun tidak sebesar dua vegetasi lainnya. Kondisi ini sesuai dengan teori ekosistem perairan yang menekankan pentingnya vegetasi dalam menjaga keseimbangan oksigen. Ketersediaan oksigen yang memadai mendukung keberlanjutan organisme akuatik. Menurut Telaumbanua (2025), peningkatan oksigen terlarut menjadi indikator keberhasilan pengolahan limbah. Hasil ini menunjukkan bahwa uji adaptasi tanaman berhasil meningkatkan kualitas air secara menyeluruh. Pendekatan ini relevan untuk pengelolaan limbah domestik berbasis ekologi.

Uji adaptasi tanaman menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam memperbaiki kualitas limbah domestik. Kombinasi mekanisme penyerapan nutrisi, degradasi mikroba, dan peningkatan oksigen terlarut menjadi kunci keberhasilan proses ini. Perbedaan respons antar vegetasi memberikan gambaran mengenai spesifikasi fungsi masing-masing tanaman. Eceng gondok tampil sebagai vegetasi paling efektif dalam menurunkan beban pencemar organik. Kangkung dan teratai tetap memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung stabilitas ekosistem perairan. Temuan ini sejalan dengan teori fitoremediasi yang menekankan peran tanaman air sebagai agen pemulih lingkungan (Apriliya, 2025). Pemilihan jenis tanaman menentukan tingkat efisiensi pengolahan limbah (Indrayani & Triwiswara, 2025). Implementasi uji adaptasi tanaman dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam pengelolaan limbah domestik. Pendekatan berbasis vegetasi ini mendukung prinsip pembangunan lingkungan yang ramah dan berkelanjutan.

Peningkatan oksigen terlarut selama uji adaptasi tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh fotosintesis langsung, tetapi juga oleh stabilisasi proses biokimia dalam kolom air limbah domestik. Keberadaan vegetasi air mampu menciptakan kondisi mikrohabitat yang mendukung aktivitas organisme akuatik yang berperan dalam dekomposisi bahan organik secara aerobik. Penurunan konsentrasi bahan organik yang tercermin dari nilai BOD dan COD secara simultan berkontribusi terhadap menurunnya kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme *heterotroph* (Jonathan, 2025). Interaksi antara akar tanaman dan mikroorganisme epifit mempercepat proses oksidasi senyawa organik terlarut. Sistem perakaran tanaman air juga berfungsi sebagai media filtrasi alami yang meningkatkan difusi oksigen

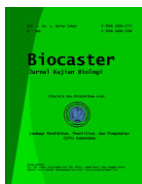


ke dalam air. Proses ini menyebabkan terjadinya peningkatan kualitas perairan yang lebih stabil secara ekologis. Peningkatan oksigen terlarut berimplikasi langsung pada penurunan kondisi anoksik yang sering terjadi pada limbah domestik. Kondisi perairan yang lebih aerobik mendukung keberlanjutan fungsi ekosistem perairan secara alami. Temuan ini memperkuat konsep bahwa vegetasi air memiliki peran integral dalam pemulihan kualitas air limbah.

Dari perspektif ekologi perairan, perbedaan kemampuan tanaman dalam meningkatkan oksigen terlarut mencerminkan variasi fisiologis dan morfologis masing-masing spesies. Eceng gondok memiliki luas permukaan daun dan sistem akar serabut yang kompleks, sehingga meningkatkan kapasitas fotosintesis dan *transfer* oksigen. Teratai menunjukkan adaptasi yang baik melalui daun terapung yang memaksimalkan penyerapan cahaya matahari. Kangkung air meskipun memiliki struktur vegetatif lebih sederhana, tetap mampu berkontribusi terhadap peningkatan oksigen terlarut. Perbedaan ini menunjukkan bahwa efektivitas tanaman sangat bergantung pada karakteristik biologisnya. Variasi respons tersebut menjadi dasar penting dalam menentukan strategi pemilihan vegetasi untuk pengolahan limbah. Keanekaragaman tanaman dapat meningkatkan stabilitas sistem fitoremediasi. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip ekosistem yang menekankan fungsi keanekaragaman hayati (Sari *et al.*, 2024). Dengan demikian, pemilihan tanaman tidak hanya mempertimbangkan kemampuan penyerapan polutan, tetapi juga berkontribusi terhadap dinamika oksigen perairan.

Hasil uji adaptasi juga menunjukkan bahwa peningkatan oksigen terlarut berkorelasi erat dengan penurunan tekanan lingkungan terhadap organisme akuatik. Kondisi ini mencerminkan terciptanya perairan yang lebih sehat dan mendukung proses kehidupan biota air. Oksigen terlarut yang memadai memungkinkan berlangsungnya proses respirasi secara optimal. Lingkungan perairan yang lebih stabil mengurangi potensi kematian organisme akibat stres oksigen rendah. Dampak ini sangat relevan dalam konteks pengelolaan limbah domestik yang sering menimbulkan pencemaran kronis. Peningkatan kualitas air melalui mekanisme alami memberikan keuntungan ekologis jangka panjang. Sistem berbasis tanaman air mampu meminimalkan ketergantungan pada teknologi pengolahan konvensional (Alam *et al.*, 2024). Pendekatan ini juga mengurangi biaya operasional pengolahan limbah. Oleh karena itu, peningkatan oksigen terlarut menjadi indikator penting keberhasilan sistem pengolahan limbah berbasis ekologi.

Teori fitoremediasi sebagai solusi alternatif pengelolaan limbah domestik yang berkelanjutan (Zahro & Nisa, 2020). Tanaman air berfungsi sebagai komponen biologis utama dalam memperbaiki kualitas fisik, kimia, dan biologis air limbah. Integrasi proses fotosintesis, aktivitas mikroba, dan penyerapan nutrisi menciptakan sistem pemulihan alami yang efisien. Pendekatan ini relevan diterapkan pada skala rumah tangga maupun komunitas. Pemanfaatan vegetasi lokal juga mendukung prinsip kearifan lokal dan keberlanjutan lingkungan. Implementasi sistem ini berpotensi mengurangi beban pencemaran perairan secara signifikan. Hasil penelitian memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan teknologi pengolahan limbah ramah lingkungan. Pendekatan ekologi menjadi semakin penting dalam menghadapi tantangan pencemaran perkotaan. Fitoremediasi relatif berbiaya rendah dan mudah dioperasikan sehingga cocok diterapkan di berbagai



kondisi sosial dan ekonomi. Dengan demikian, uji adaptasi tanaman air dapat direkomendasikan sebagai strategi pengelolaan limbah domestik yang efektif dan berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai efektivitas uji adaptasi tanaman teratai (*Nymphaea* sp.), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), dan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), serta meningkatkan *Dissolved Oxygen* (DO) pada limbah domestik, dapat disimpulkan bahwa ketiga jenis tanaman air tersebut mampu beradaptasi dengan baik pada media limbah domestik dan menunjukkan potensi sebagai agen fitoremediasi. Keberadaan tanaman air terbukti berkontribusi dalam menurunkan beban pencemar organik melalui proses penyerapan nutrisi, aktivitas mikroorganisme pada zona perakaran, serta peningkatan proses degradasi bahan organik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa eceng gondok memiliki efektivitas paling tinggi dalam menurunkan kadar COD dan BOD yang ditunjukkan oleh laju penurunan konsentrasi pencemar organik yang signifikan selama periode pengamatan. Sedangkan tanaman teratai dan kangkung air juga memberikan kontribusi positif dalam perbaikan kualitas air, meskipun dengan tingkat efektivitas yang berbeda. Peningkatan nilai DO pada media limbah setelah perlakuan menunjukkan bahwa sistem fitoremediasi dengan tanaman air mampu memperbaiki kondisi perairan secara ekologis melalui peningkatan aerasi alami dan penurunan konsumsi oksigen oleh bahan organik.

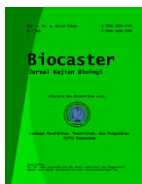
Penelitian ini membuktikan bahwa pemanfaatan tanaman teratai, eceng gondok, dan kangkung air merupakan alternatif pengolahan limbah domestik yang ramah lingkungan, berbiaya relatif rendah, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penerapan teknologi fitoremediasi berbasis tanaman air berpotensi dikembangkan sebagai solusi pengendalian pencemaran air limbah domestik, khususnya pada wilayah dengan keterbatasan sistem pengolahan limbah konvensional.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengamatan dalam jangka waktu yang lebih panjang guna mengetahui kestabilan efektivitas fitoremediasi tanaman air. Perlu juga dikaji pengaruh variasi kepadatan, kombinasi jenis tanaman, serta faktor lingkungan terhadap penurunan COD dan BOD serta peningkatan DO. Penambahan parameter kualitas air lain, seperti TSS, nutrisi, dan logam berat, juga diperlukan agar hasil penelitian lebih komprehensif. Diperlukan pula kajian mengenai mekanisme penyerapan dan adaptasi fisiologis tanaman air terhadap kondisi perairan tercemar.

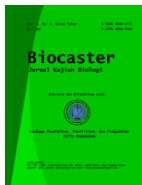
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan dan pihak laboratorium yang telah membantu dalam proses analisis sampel serta pengolahan data.

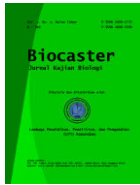


DAFTAR RUJUKAN

- Alam, H., Parinduri, L., Masri, M., Pelawi, Z., & Widya, H. (2024). Pemberdayaan Kelompok Tani dalam Meningkatkan Hasil Panen melalui Penerapan Teknologi Mesin Pompa Air Berbasis Energi Surya di Desa Besar Ii Terjun Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Masyarakat Indonesia (Jumas)*, 3(2), 225-232.
- Apriliya, I. (2025). *Fitoremediasi Lahan: Strategi Pemulihan Tanah Tercemar Menuju Pertanian Berkelanjutan*. Purbalingga: CV. Eureka Media Aksara.
- Churko, E. E., Nhamo, L., & Chitakira, M. (2023). Phytoremediation Capacity of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as a Nature-Based Solution for Contaminants and Physicochemical Characterization of Lake Water. *Water*, 15(14), 1-13. <https://doi.org/10.3390/w15142540>
- Gyapong-Korsah, B., Duku, G. A., Appiah-Effah, E., Boakye, K., Dwumfour-Asare, B., Essandoh, H. M. K., & Nyarko, K. B. (2023). Greywater Generation and Reuse Among Residents of Low-Income Urban Settlements in the Oforikrom Municipal Assembly, Ghana. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 13(8), 551-565. <https://doi.org/10.2166/washdev.2023.009>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35-43. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Hassan, K., Alzahrani, A., Alotaibi, N. M., & Helmy, M. (2024). Performance of an Integrated Household Greywater Treatment System for Water Optimization and Reuse. *Applied Water Science*, 14(1), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s13201-024-02303-2>
- Indrawati, R., & Prasetyo, H. D. (2025). Efektivitas Variasi Biomassa *Ipomoea aquatica* terhadap Penurunan Parameter Kualitas Air Limbah Domestik. *Bioma : Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 10(2), 108-121.
- Indrayani, L., & Triwiswara, M. (2018). Tingkat Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Batik dengan Teknologi Lahan Basah Buatan. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, 35(1), 53-66. <https://doi.org/10.22322/dkb.v35i1.3795>
- Jonathan, K. (2025). Evaluasi Efektivitas Efektif Mikroorganisme (EM) Berbasis Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran dalam Menurunkan Parameter Pencemar Limbah Cair Tahu. *Metta : Jurnal Ilmu Multidisiplin*, 5(2), 69-83. <https://doi.org/10.37329/metta.v5i2.4151>
- Karangan, J., Sugeng, B., & Sulardi, S. (2019). Uji Keasaman Air dengan Alat Sensor pH di STT Migas Balikpapan. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 2(1), 65-72. <https://doi.org/10.31602/jk.v2i1.2065>
- Khan, R., Saxena, A., & Shukla, S. (2020). Evaluation of Heavy Metal Pollution for River Gomti, in Parts of Ganga Alluvial Plain, India. *SN Applied Sciences*, 2(8), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03233-9>
- Lebang, E. (2025). *Detoksifikasi: Membuang Tumpukan Racun Tubuh Secara Holistik*. Depok: Mizan Qanita.
- Mailidarni, N., & Djafar, T. (2025). *Fisiologi Tumbuhan: Proses, Mekanisme, dan Adaptasi*. Banda Aceh: Elfarazy Media Publisher.



- Mali, M. I., Kolo, M. M., & Tea, M. T. D. (2022). Pemanfaatan Tanaman Lokal Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Biokoagulan pada Proses Penjernihan Mata Air di Desa Maurisu Kabupaten Timor Tengah Utara. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 5(2), 30-33. <https://doi.org/10.32938/slk.v5i2.1988>
- Nendissa, J. I., Riry, J., Patty, J., Amba, M., Wahditiya, A. A., & Lating, R. J. (2025). Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi POC *Biofouling* Tiram Mutiara terhadap Kerapatan Stomata Hotong (*Setaria italica* (L.)). *Media Pertanian*, 10(2), 132-144. <https://doi.org/10.37058/mp.v10i2.16433>
- Paul, D. (2017). Research on Heavy Metal Pollution of River Ganga: A Review. *Annals of Agrarian Science*, 15(2), 278-286. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.04.001>
- Putra, A. Y., & Yulia, P. A. R. (2019). Kajian Kualitas Air Tanah Ditinjau dari Parameter pH, Nilai COD dan BOD pada Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Riset Kimia*, 10(2), 103-109. <https://doi.org/10.25077/jrk.v10i2.337>
- Putri, A. A., Permana, F. G., Wulandari, A., & Irawanto, R. (2023). Respon Pertumbuhan *Ipomoea reptans* pada Media Tanam (Tanah dan Air) terhadap Pencemar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu). In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi* (pp. 14-24). Semarang, Indonesia: Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim.
- Ryanita, P. K. Y., Arsana, I. N., & Juliasih, N. K. A. (2020). Fitoremediasi dengan Tanaman Air untuk Mengolah Air Limbah Domestik. *Jurnal Widya Biologi*, 11(2), 76-89. <https://doi.org/10.32795/widyabiologi.v11i2.1032>
- Sari, D. N., Linda, M., Damayanti, M., & Pramasha, R. R. (2024). Keseimbangan Ekonomi dan Lingkungan dalam Pengelolaan Hutan Berkelanjutan: Konservasi Keanekaragaman Hayati sebagai Aset Ekonomi. *Jurnal Akuntansi, Manajemen dan Ekonomi*, 3(2), 11-19. <https://doi.org/10.56248/jamane.v3i2.99>
- Sofiana, L., Nofisulastri, N., & Safnowandi, S. (2023). Pola Distribusi Siput Air (Gastropoda) sebagai Bioindikator Pencemaran Air di Sungai Unus Kota Mataram dalam Upaya Pengembangan Modul Ekologi. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 3(3), 133-158. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v3i3.191>
- Suriadikusumah, A., Mulyani, O., Sudirja, R., Trinurani, E., Hilda, M., Maulana, R., & Mulyono, A. (2020). Analysis of the Water Quality at Cipeusing River, Indonesia Using the Pollution Index Method. *Acta Ecologica Sinica*, 41(3), 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2020.08.001>
- Telaumbanua, M. (2025). Pengaruh Oksigen Terlarut (DO) dalam Budidaya Perairan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 2(1), 200-206. <https://doi.org/10.70134/peraut.v1i1.691>
- Wang, X., Jain, A., Chen, B., Wang, Y., Jin, Q., Yugandhar, P., Xu, Y., Sun, S., & Hu, F. (2022). Differential Efficacy of Water Lily Cultivars in Phytoremediation of Eutrophic Water Contaminated with Phosphorus and Nitrogen. *Plant Physiology and Biochemistry*, 171, 139-146. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.12.001>
- Widyastuti, M., Jayanto, G. D., & Irshabdillah, M. R. (2021). Water Quality Analysis of Code River Based on Metal and Nonmetal Parameters Using



Biocaster : Jurnal Kajian Biologi

E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598

Volume 6, Issue 1, January 2026; Page, 345-360

Email: biocasterjournal@gmail.com

Heavy Metal Pollution Index. *Jurnal Geografi*, 13(2), 145-158.
<https://doi.org/10.24114/jg.v13i2.20000>

Zahro, N. M., & Nisa, V. C. (2020). Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) pada Limbah Domestik dan Timbal di Hilir Sungai Bengawan Solo Gresik sebagai Solusi Ketersediaan Air Bersih Sekarang dan Masa Depan. *JCAE (Journal of Chemistry and Education)*, 4(2), 73-83.
<https://doi.org/10.20527/jcae.v4i2.691>