

Pengaruh Perbedaan Jenis Tanaman Air Sebagai Pengelola Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*)

The effect of different types of aquatic plants as a manager of water quality in goldfish cultivation

Wiwit Nurmaya Sari^{1*}, Nanda Diniarti¹, Dewi Putri Lestari¹

Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mataram
Jl. Majapahit No.62, Selaparang, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83115 Indonesia

*E-mail: witnuryari@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa jenis tanaman air yang memberikan hasil terbaik untuk menurunkan kandungan bahan organik, amoniak, dan nitrat. Serta untuk melihat pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Penelitian dilaksanakan selama 50 hari di Laboratorium Produksi dan Reproduksi Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari P0: Tanpa tanaman air (Kontrol), P1 : *Hydrilla verticillata*, P2 : *Lemna sp*, P3 *Azolla microphylla*. Parameter yang di ukur adalah pertumbuhan tanaman, berat mutlak, panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, kelangsungan hidup, dan kualitas air (amoniak, TOM, CO₂, nitrat, suhu, DO, dan pH . Data hasil penelitian dianalisis meliputi nilai pertumbuhan tanaman, pH, DO, dan suhu dianalisis secara deskriptif. Nilai amoniak, TOM, CO₂, dan nitrat dilakukan dengan melihat persamaan regresi eksponensial dan nilai koefisien determinan (R²) dengan menggunakan Microsoft Excel. Data nilai panjang mutlak, berat mutlak, SR, dan SGR dari hasil penelitian akan dianalisis dengan menggunakan Analisis Varian (ANOVA) dengan SPSS pada taraf signifikan 95% untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan dalam penelitian. Jika data menunjukkan pengaruh nyata, maka dilakukan analisis lanjut dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ke 3 jenis tanaman air yang memberikan hasil terbaik sebagai fitoremediator dan kelangsungan hidup ikan mas adalah *Hydrilla verticillata*. *Hydrilla verticillata* dapat menstabilkan kualitas air budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*), dengan menurunkan nilai TOM (total organic matter) sebesar 16.4 mg/l, dan mereduksi amoniak sebesar 0,40 mg/l, sedangkan nitrat sebesar 1,7 mg/l. Nilai panjang mutlak sebesar 5.43 cm, berat mutlak sebesar 11,57 gram, SGR sebesar 2.98%, dan nilai SR didapatkan yaitu sebesar 93%.

Kata Kunci : *Azolla microphylla*, Fitoremediator, *Hydrilla verticillata*, Ikan mas, *Lemna sp*.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the types of phytoremediators that provide the best results for lowering the content of organic substances, ammonia, and nitrates. As well as to see the growth and survival of Mas fish (*Cyprinus carpio*) in every type of phytoremediator. The study was conducted over 50 days at the Production and Reproduction Laboratory of the Water Culture Study Program, Department of Fisheries and Marine Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mataram. The study used an experimental method with a Complete Random Plan (RAL) consisting of 4 treatment phases and 3 repetitions. The treatment uses different types of water plants, namely P0: without Water Plants (Control), P1 : *Hydrilla verticillata*, P2 : *Lemna sp*, P3 *Azolla microphylla*. The parameters measured are plant growth, absolute weight, absolute length, specific growth rate, survival, and water quality (ammoniac, TOM, CO₂, nitrates, temperature, DO, and pH). Data from the research results analyzed included plant growth values, pH, DO, and temperature analyzed descriptively. Ammonia, TOM, CO₂, and nitrate values are made by looking at exponential regression equations and determinant coefficient values (R²) using Microsoft Excel. Data of absolute length values, absolute weight, SR, and SGR of the study results will be analyzed using Variant Analysis (ANOVA) with SPSS at a significant 95% rate to know the impact of treatment in the study. If the data shows a real impact, then further analysis is carried out with the Duncan test. The research results show that of the 3 types of aquatic plants that provide the best results as a phytoremediator and survival of mass fish is *Hydrilla verticillata*. *Hydrilla verticillata* can establish the quality of the water of fish breeding (*Cyprinus carpio*), by reducing the TOM (total organic matter) of 16.4 mg/l, and reducing ammonia by 0.40 mg/L, while nitrates by 1.7 mg / l. The absolute length is 5.43 cm, the absolute weight is 11.57 grams, the SGR is 2.98%, and the SR value is 93%.

Key Words: *Azolla microphylla*, Goldfish, *Hydrilla verticillata*, *Lemna sp*, Phytoremediator.

PENDAHULUAN

Air merupakan faktor utama keberhasilan budidaya sehingga kualitas dan kuantitas air harus dijaga. Penurunan kualitas air dapat terjadi karena adanya buangan bahan organik yang disebabkan oleh sisa pakan yang tidak dikonsumsi oleh ikan dan feses ikan (Said, 2001). Menurut Arum (2018) bahwa limbah budidaya ikan memiliki kandungan bahan organik sekitar 33.7-46.8%. Limbah dapat berupa sisa hasil metabolisme. Metabolisme ikan akan bekerja dengan membuang nitrogen yang mengandung senyawa-senyawa lalu kemudian senyawa tersebut dimineralisasi oleh mikroorganisme dan nitrogen akan dilepaskan sebagai amoniak (Said, 2001). Amoniak yang dikeluarkan oleh ikan sebanyak 80-90% melalui proses osmoregulasi, feses dan urin (Ruhmawati, 2017). Untuk menurangi kandungan

bahan pencemar tersebut diperlukan teknologi yang ramah lingkungan serta hemat air.

Fitoremediator merupakan suatu teknologi yang berguna untuk memperbaiki kualitas perairan yang tercemar. Fitoremediator menggunakan tanaman air untuk menurunkan, mengekstrak atau menghilangkan senyawa organik dan anorganik. Keunggulan fitoremediasi yaitu prosesnya alami, biaya lebih rendah, reduksi bahan organik secara permanen, terjadi hubungan sinergi antara tanaman, organisme, dan lingkungan serta tidak memerlukan teknologi tinggi. Sistem fitoremediasi dapat mengontrol kualitas air dari aspek kimia, fisika, dan biologi (Effendi, 2015). Menurut penelitian Dwiputra (2020) yang menyatakan *Hydrilla verticillata* dapat mengurangi jumlah amoniak dan mereduksi nitrat yang berada di perairan. *Hydrilla verticillata* mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 78,24% dan kadar COD

sebesar 43,36% pada air limbah pabrik tahu dengan waktu kontak 48 jam (Ruhmawati et al. 2017). Tanaman *Lemna minor* (75%) dan kangkung air 10 tangkai (*Ipomoea aquatica*) pada limbah cair hasil budidaya ikan nila berpengaruh terhadap total suspended solid (TSS), pH, NO₂ dan didapatkan hasil penurunan total amoniak 16.83 m/L dengan efisiensi mencapai 62.33% (Iman, 2020). Penggunaan *Azolla microphylla* mendapatkan hasil terbaik untuk kelangsungan hidup ikan patin (54,17%) dengan pemberian 150 g/m² (Anggraini, 2019). Penelitian ini menggunakan tiga jenis tanaman air yaitu *Hydrilla verticillata*, *Lemna sp*, dan *Azolla Microphylla* dikarenakan dari segi harganya yang relatif murah dan mudah untuk didapatkan, serta masih kurang dimanfaatkan oleh pembudidaya ikan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa jenis fitoremediator yang memberikan hasil terbaik untuk menurunkan kandungan bahan organik, amoniak, dan nitrat. Serta untuk melihat pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan Mas (*Cyprinus carpio*) di tiap jenis fitoremediator.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan selama 50 hari di Laboratorium Produksi dan Reproduksi Ikan, untuk pengujian kualitas air yaitu amoniak dilakukan di Laboratorium Kesehatan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Untuk pengujian kualitas air nitrat dan TOM dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas MIPA, Universitas Mataram. Bahan dan alat yang digunakan adalah ikan mas ukuran 5-7 cm, *Hydrilla verticillata*, *Lemna sp*, *Azolla microphylla*, pakan komersil (FF-999), akuarium ukuran 45 liter, timbangan analitik, mistar, pH meter, DO meter, thermometer, spektrofotometer, test kit, lampu neon, dan trash bag. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan tersebut menggunakan jenis tanaman air yang berbeda-beda yaitu P0: Tanpa tanaman air (Kontrol), P1 :

Hydrilla verticillata, P2 : *Lemna sp*, P3 *Azolla microphylla*. Penelitian ini menggunakan air limbah budidaya, sebelumnya air diendapkan kedalam wadah akuarium selama 1 hari kemudian dipindahkan ke wadah penampungan. Air yang berada di bak penampung tersebut kemudian dituang ke akuarium dengan volume 30 liter/akuarium. Sebagai bahan penelitian di butuhkan 3 jenis tanaman air yaitu *Hydrilla Verticillata*, *Lemna sp*, dan *Azolla Mycrophylla* serta ikan mas (*Cyprinus Carpio*) dengan berat masing- masing tanaman air sebesar 50 gram. Untuk ikan mas dibutuhkan sebanyak 1 ekor/2 liter air. Selama pemeliharaan wadah diberi penyinaran selama 24 jam setiap hari dikarenakan lampu sebagai pengganti cahaya matahari sehingga proses fotosintesis tetap berlangsung pada media budidaya. Pemberian pakan dilakukan setiap 3 kali sehari pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WITA. Selama proses pemeliharaan air pada media pemeliharaan diukur kualitasnya setiap 10 hari sekali. Pada penelitian ini, parameter yang menjadi objek penelitian adalah:

Pertumbuhan Pada Tanaman Air

Menurut Hidayat (2011) data pertumbuhan diperoleh dengan cara mengurangi berat akhir dengan berat awal. Berat awal adalah berat tanaman air sebelum ditumbuhkan pada akuarium, sedangkan berat akhir adalah berat setelah tanaman tersebut ditumbuhkan selama 50 hari.

Amoniak

Pengamatan amoniak dilakukan setiap 10 hari sekali hingga akhir pemeliharaan. Pengecekan amoniak dilakukan di awal penelitian sebelum tumbuhan dimasukkan kedalam wadah yang telah terisi air limbah budidaya ikan mas. Pengukuran amoniak dilakukan menggunakan alat spektrofotometer.

Total Organik Matter (TOM)

Menurut Hariadi et al. (1992) dalam Putra (2018), Kadar bahan organik diukur dengan metode titrasi. Analisis bahan organik total dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{TOM (mg/l)} = (x - y) \times 31,6 \times 0,001 \times 1000 \text{ ml air sampel}$$

Keterangan :

x : ml titran untuk air sampel

y : ml titran untuk akuades (blanko)

31,6 : 1/5 dari BM KMnO₄

0,01 : normalitas KMnO₄

Karbondioksida (CO₂)

Pengamatan CO₂ dilakukan setiap 10 hari sekali hingga akhir pemeliharaan. Pengecekan CO₂ dilakukan di awal penelitian sebelum tumbuhan dimasukkan kedalam wadah yang telah terisi air limbah budidaya ikan mas. Pengukuran CO₂ dilakukan menggunakan test kit.

Nitrat (NO₃)

Pengamatan nitrat dilakukan setiap 10 hari sekali hingga akhir pemeliharaan. Pengecekan nitrat dilakukan di awal penelitian sebelum tumbuhan dimasukkan kedalam wadah yang telah terisi air limbah budidaya ikan mas. Pengukuran nitrat dilakukan menggunakan alat spektrofotometer.

Suhu, Dissolved Oxygen (DO), dan Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran suhu, DO, dan pH dilakukan setiap 10 hari sekali hingga akhir masa pemeliharaan. Pengukuran suhu menggunakan alat thermometer, sedangkan DO dan pH menggunakan DO meter dan pH meter. Cara pengukuran yaitu dengan mencelupkan alat air budidaya.

Panjang Mutlak

Pertambahan panjang mutlak dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1997) dalam Lasena (2016) sebagai berikut:

$$T = Lt - Lo$$

Keterangan :

T : Panjang mutlak (cm)

Lt : Panjang rata-rata ikan pada akhir penelitian (cm)

Lo : Panjang rata-rata ikan pada awal penelitian (cm)

Berat Mutlak

Penimbangan berat tubuh hewan uji dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan.

Rumus yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan bobot Sabrina (2018):

$$G = Wt - Wo$$

Keterangan :

G : Bobot mutlak (g)

Wt : Rata-rata bobot ikan pada akhir penelitian (g)

Wo : Rata-rata bobot ikan pada awal penelitian (g)

Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan menggunakan rumus dari Huisman (1976) dalam Anggriani (2012)

$$SGR = \frac{(\ln Wt - \ln Wo)}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = Laju pertumbuhan spesifik (%)

Wt = berat ikan pada akhir penelitian (g)

Wo = berat ikan pada awal penelitian (g)

t = waktu (lama pemeliharaan)

Survival Rate (SR)

Sintasan atau kelangsungan hidup (SR) adalah perbandingan jumlah ikan yang hidup dengan ikan pada awal pemeliharaan (Sabrina, 2018) :

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : *Survival rate* (Kelangsungan hidup) (%)

Nt : Jumlah ikan di akhir pemeliharaan (ekor)

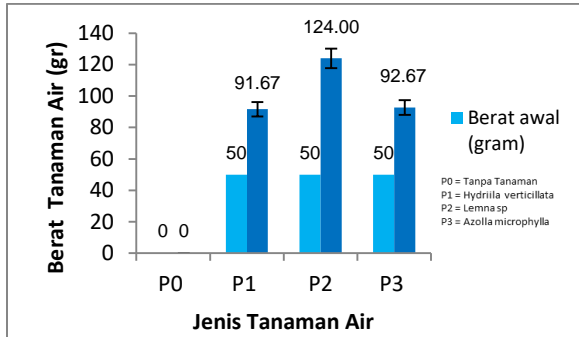
No : Jumlah ikan di awal pemeliharaan (ekor)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Pada Tanaman

Pertumbuhan tanaman air dianalisis secara deskriptif, dapat dilihat bahwa pada perlakuan P0 tidak menggunakan tanaman air, sedangkan pada perlakuan P1, P2, dan P3 memiliki berat awal yang sama yaitu 50 gram dan pada akhir masa pemeliharaan selama 50 hari terjadi peningkatan berat pada P1 yaitu sebesar 91.67 gram, pada perlakuan P2

sebesar 124 gram, dan pada P3 sebesar 92,67 gram.



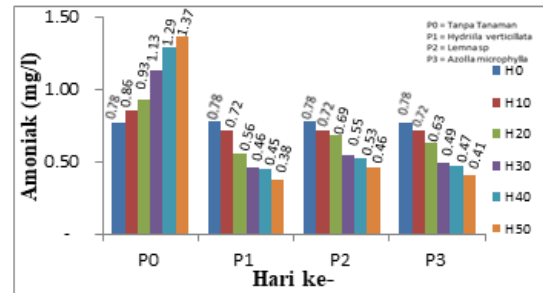
Gambar 1. Pertumbuhan Pada Tanaman Air

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pertumbuhan tanaman air tertinggi berada di perlakuan (P2) sebesar 124 gram dan terendah berada di perlakuan (P1) yaitu sebesar 92.67 gram. Pada penelitian ini pertumbuhan tanaman *Lemna minor* memiliki perkembangbiakan paling cepat jika dibandingkan dengan tanaman air *Hydrilla verticillata* dan *Azolla Microphylla*. Sejalan dengan penelitian Arsyianti (2022) yang menyatakan bahwa *Lemna* memiliki laju pertumbuhan yang cepat, sehingga sangat mudah untuk diperbanyak serta mampu menghasilkan hingga 20 anakan dari satu indukan. Pertumbuhan yang cepat ini dikarenakan *Lemna* sangat mudah untuk memperbanyak diri dengan ukurannya yg kecil selama lingkungan tempat hidupnya terpenuhi kebutuhan nutrisi, temperatur dan cahaya. *Hydrilla verticillata* memiliki bentuk fisik yang lebih panjang jika dibandingkan dengan tanaman air *Lemna sp* dan *Azolla mycrophilla*. Ketiga tanaman air tersebut merupakan tanaman yang mengapung di permukaan air. Menurut Siregar (2017) bahwa *Hydrilla verticillata* merupakan tumbuhan yang melayang dalam air sehingga efektif untuk penurunan limbah atau bahan pencemar karena seluruh bagian tumbuhan terendam air. Menurut Silviana (2023) bahwa *Hydrilla* dapat beradaptasi dengan level sinar matahari yang sangat rendah untuk fotosintesis, hal ini berarti *hydrilla* dapat melakukan fotosintesis lebih awal pada pagi hari sehingga berhasil bersaing dengan tumbuhan yang lainnya.

Tanaman air *Lemna minor* merupakan tumbuhan floating, dimana sebagian organ tumbuhan muncul di permukaan air dan sebagian terendam di dalam air. Tanaman air *Azolla mycrophilla* tidak memiliki batang, namun memiliki akar-akar yang tersusun rapi, akar *Azolla* akan menyerap bahan pencemar yang terdapat di air lalu kemudian dibawa menuju ke daun.

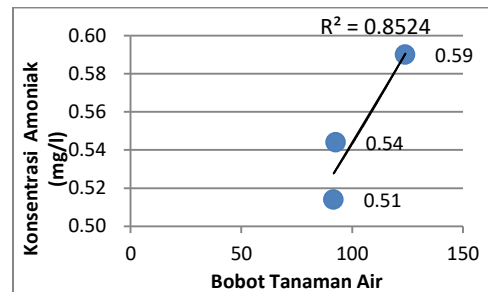
Kualitas Air Amoniak (NH₃)

Hasil pengamatan kandungan amoniak pada air budidaya ikan mas selama 50 hari masa pemeliharaan dengan perlakuan jenis tanaman air yang berbeda pada semua perlakuan berkisar antara 0,38-1,37 mg/l.



Gambar 2. Kandungan Amoniak Pada Air Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Hasil perhitungan regresi eksponensial dengan variable x diketahui sebagai nilai pertumbuhan tanaman air dan variabel y diketahui sebagai nilai kandungan amoniak di air budidaya. Didapatkan koefisien determinasi R² yaitu 0.8524 yang artinya pengaruh dari nilai pertumbuhan tanaman dengan nilai kandungan amoniak di air budidaya kuat karena mendekati 1.

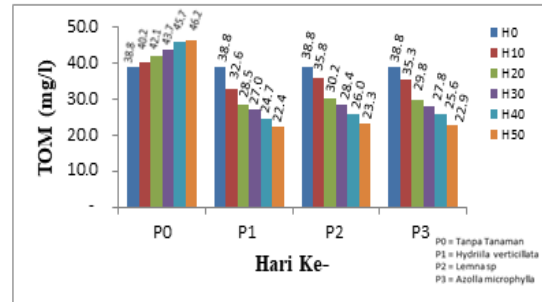


Gambar 3. Nilai Regresi Amoniak

Pada penelitian ini nilai amoniak (NH_3) tertinggi berada pada perlakuan kontrol (P0) dan terendah berada pada perlakuan (P1). Pada semua perlakuan tidak ada pergantian air. Peningkatan nilai amoniak pada P0 yaitu sebesar 0.59 mg/l karena adanya hasil metabolisme ikan dan sisa pakan yang mengendap di dasar wadah pemeliharaan. Sejalan dengan pendapat Sasanti (2015) bahwa peningkatan nilai amoniak juga disebabkan oleh adanya penumpukan hasil sisa metabolisme ikan. Perlakuan P0 tidak akan berlangsung proses perombakan amoniak dikarenakan tidak adanya tanaman air sebagai fitoremediator sehingga nilai amoniak di P0 tertinggi. Menurut Putri (2022) bahwa tanaman air berperan dalam meremediasi kadar amonia yaitu pada bagian akar tumbuhan. Akar tumbuhan air akan menjadi tempat melekatnya bakteri yang dapat menguraikan amonia menjadi nitrat ataupun nitrit. Pada perlakuan (P1) amoniak dapat direduksi sebesar 0.40 mg/l, dikarenakan adanya *hydrilla* yang memiliki kemampuan sebagai agen fitoremediator. Nilai ini masih terbilang aman untuk kegiatan budidaya ikan. Pada P2 dan P3 dapat mereduksi amoniak sebesar 0.32 mg/l dan 0.37 mg/l. Menurut Darwis (2019) bahwa nilai standar amoniak yang diperbolehkan dalam budidaya ikan yaitu 0,5 mg/l. Kandungan amoniak tersebut masih dalam kisaran yang dapat ditoleransi untuk budidaya ikan mas. Pengaruh adanya tanaman air sebagai fitoremediator memberikan pengaruh yang tinggi untuk menurunkan kandungan amoniak dalam air budidaya ikan mas.

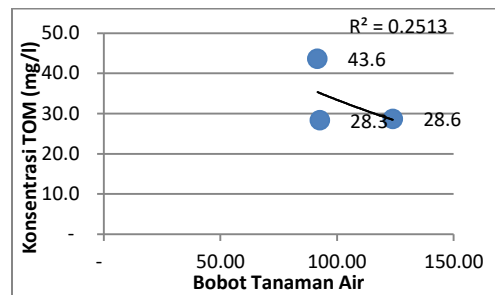
Total Organic Matter (TOM)

Hasil pengamatan kandungan TOM pada air budidaya ikan mas selama 50 hari masa pemeliharaan dengan perlakuan jenis tanaman air yang berbeda pada semua perlakuan berkisar antara 22.43-46.22 mg/l.



Gambar 4. Kandungan TOM Pada Air Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Hasil perhitungan regresi eksponensial dengan variable x diketahui sebagai nilai pertumbuhan tanaman air dan variabel y diketahui sebagai nilai kandungan TOM di air budidaya. Didapatkan koefisien determinasi R^2 yaitu 0.2513 yang artinya pengaruh dari nilai pertumbuhan tanaman dengan nilai kandungan TOM di air budidaya lemah karena kurang dari 0.5



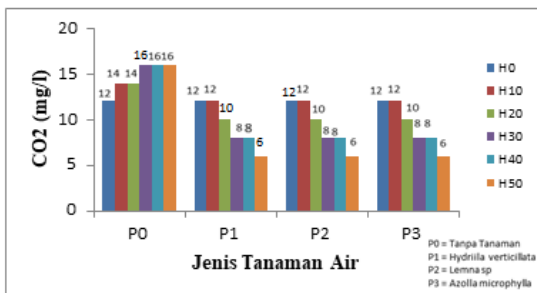
Gambar 5. Regresi TOM

Selama masa pemeliharaan perlakuan (P1) mereduksi TOM tertinggi yaitu sebesar 16.30 mg/l, perlakuan (P2) sebesar 15.40 mg/l dan (P3) mereduksi sebesar 15.90 mg/l, sedangkan pada perlakuan (P0) memiliki kandungan TOM yang semakin tinggi hingga akhir masa pemeliharaan yaitu sebesar 46.2 mg/l. Menurut Effendi (2003) dalam Ardana (2018) kadar TOM di air dikatakan baik apabila nilainya <20 mg/l. Nilai TOM dikatakan cukup apabila berkisar 20-40 mg/l. Untuk nilai TOM perlakuan P1, P2 dan P3 sendiri masih terbilang dalam batas normal untuk ikan dan P0 sudah melebihi batas normal namun masih terbilang cukup untuk budidaya ikan. Menurut Hendrianti (2018) bahwa dalam fitoremediator

tanaman air berperan sebagai biofilter, dan memiliki kemampuan untuk mengurai bahan-bahan organik maupun anorganik dalam air buangan. Proses pengolahan air limbah dalam kolam dengan menggunakan tanaman air terjadi proses penyaringan dan penyerapan oleh akar dan batang tanaman air, proses pertukaran dan penyerapan ion. Tumbuhan mengapung digunakan karena tingkat pertumbuhannya yang tinggi, dan kemampuannya untuk langsung menyerap hara langsung dari kolom air. Akarnya menjadi tempat filtrasi dan adsorpsi padatan tersuspensi dan pertumbuhan mikroba yang menghilangkan unsur-unsur hara dari air budidaya.

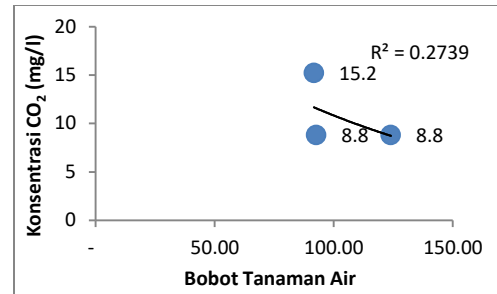
Karbondioksida (CO₂)

Hasil pengamatan kandungan CO₂ pada air budidaya ikan mas selama 50 hari masa pemeliharaan dengan perlakuan jenis tanaman air yang berbeda pada semua perlakuan berkisar antara 6-16 mg/l.



Gambar 6. Kandungan CO₂ Pada Air Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Hasil perhitungan regresi eksponensial dengan variable x diketahui sebagai nilai pertumbuhan tanaman air dan variabel y diketahui sebagai nilai kandungan CO₂ di air budidaya. Didapatkan koefisien determinasi R² yaitu 0.2739 yang artinya pengaruh dari nilai pertumbuhan tanaman dengan nilai kandungan CO₂ di air budidaya lemah karena kurang dari 0.5.

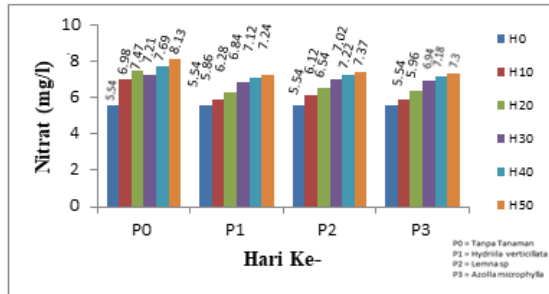


Gambar Nilai 7. Regresi CO₂

Kandungan karbondioksida pada perlakuan P1, P2, dan P3 memiliki nilai CO₂ berkisar 6 mg/l nilai ini semakin menurun selama masa pemeliharaan berbeda dengan P0 yang memiliki nilai CO₂ yang semakin meningkat yaitu sebesar 16 mg/l. Menurut Idrus (2018) menyatakan bahwa peranan CO₂ sangat besar bagi kehidupan organisme air, namun kandungan CO₂ bebas yang berlebihan sangat mengganggu, bahkan merupakan racun langsung bagi ikan. Kandungan ideal CO₂ bagi ikan mas yaitu kurang dari 15 mg/l. Kandungan CO₂ bebas dalam air apabila lebih dari 15 mg/l dapat memberikan pengaruh yang merugikan bagi ikan. Kandungan CO₂ bebas yang berlebihan sangat mengganggu, bahkan merupakan racun langsung bagi ikan mas. Pada perlakuan P0 memiliki nilai CO₂ yang tinggi yaitu lebih dari 15 mg/l pada hari ke 30, 40 dan 50. Hal ini dikarenakan tidak adanya tanaman air berdampak pada peningkatan CO₂ bebas berbanding terbalik dengan P1, P2, dan P3 yang memiliki tanaman air. Nilai CO₂ selama masa pemeliharaan masih terbilang optimal pada perlakuan P1, P2, dan P3. Nilai CO₂ diakhir masa pemeliharaan semakin tinggi hingga di angka 16 mg/l. Kisaran nilai CO₂ yang masih ideal ini dikarenakan adanya tanaman air yang menggunakan CO₂ untuk proses fotosintesis sehingga fungsi tanaman disini yaitu untuk menstabilkan kadar CO₂ pada air budidaya.

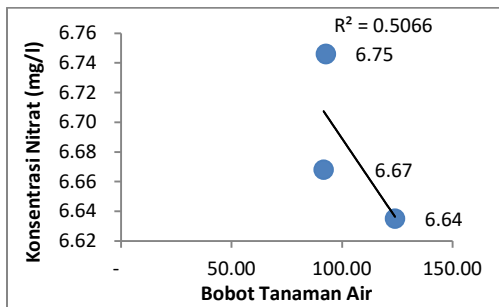
Nitrat (NO₃)

Hasil pengamatan kandungan nitrat pada air budidaya ikan mas selama 50 hari masa pemeliharaan dengan perlakuan jenis tanaman air yang berbeda pada semua perlakuan berkisar antara 5.54-8.13 mg/l.



Gambar 8. Kandungan Nitrat Pada Air Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Hasil perhitungan regresi eksponensial dengan variable x diketahui sebagai nilai pertumbuhan tanaman air dan variabel y diketahui sebagai nilai kandungan nitrat di air budidaya. Didapatkan koefisien determinasi R^2 yaitu 0.5066 yang artinya pengaruh dari nilai pertumbuhan tanaman dengan nilai kandungan nitrat di air budidaya moderat karena lebih dari 0.5



Gambar 9. Nilai Regresi Nitrat

Nilai nitrat selama pemeliharaan semakin meningkat disemua perlakuan. Pada perlakuan (P0) memiliki nilai nitrat tertinggi yaitu sebesar 8.13 mg/l dan nilai nitrat terendah berada diperlakuan (P1) yaitu sebesar 7.24 mg/l. Kandungan nitrat pada air budidaya ikan mas didapatkan selama penelitian masih dalam kisaran yang masih ideal untuk budidaya, hal ini sejalan dengan pernyataan Anas (2017) bahwa kandungan nitrat untuk air baku maksimal 10 mg/l. Menurut Boham (2004) dalam Darwis (2019), nitrat beracun jika lebih dari 100 mg/l. Nitrat yang lebih dari 50 mg/l akan mengakibatkan kematian. Konsentrasi nitrat pada masing-masing perlakuan cenderung meningkat dari setiap pengamatan. Pada perlakuan (P1) memiliki nilai nitrat lebih rendah

dikarena tanaman *Hydrilla* yang lebih banyak dalam proses penyerapan. Menurut Effendi *et al.* (2015) bahwa peningkatan konsentrasi nitrat selama pengamatan telah terjadi proses nitrifikasi amonia oleh bakteri. Namun nitrat yang dihasilkan tidak dimanfaatkan seluruhnya oleh tanaman sehingga terjadi akumulasi di air. Hal inilah yang menjadikan nilai nitrat semakin tinggi hingga akhir masa pemeliharaan. Sehingga nilai kandungan nitrat disetiap perlakuan berbeda.

Derajat Keasaman (pH)

Kisaran nilai pH yang didapatkan selama pemeliharaan selama 50 hari pada ikan mas berkisar antara 6.7 – 7.4 dimana nilai ini menunjukkan nilai pH yang didapatkan cocok untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas. Menurut Silaban (2012) yang menyatakan bahwa untuk budidaya ikan mas membutuhkan pH senilai 6.5-8.5. Pada perlakuan (P0) nilai pH naik sampai hari ke 30 yaitu sebesar 7.1 namun turun lagi hingga akhir masa pemeliharaan, turunnya pH yang terjadi disebabkan karena tingginya kadar amoniak yang bersifat asam dan tanpa adanya pergantian air, serta tidak adanya tanaman air diperlakuan kontrol yang bekerja sebagai fitoremediator. Sejalan dengan pendapat Scabra (2019) yang menyatakan bahwa nilai pH yang cenderung mengalami penurunan, hal tersebut disebabkan oleh tingginya kadar amoniak yang bersifat asam dan tidak adanya pergantian air dikolam. Pada perlakuan P1, P2, dan P3 rata rata nilai pH stabil diangka 7 dengan sedikit penurunan dan kenaikan dihari-hari selanjutnya. Hal ini disebabkan karena terdapat tanaman air yang berfungsi sebagai fitoremediator, dengan adanya tanaman air sehingga membuat nilai pH masih dalam kisaran normal.

Suhu , Dissolved Oxygen (DO) dan Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengamatan nilai suhu pada air budidaya ikan mas dengan perlakuan jenis tanaman air yang berbeda pada semua perlakuan berkisar antara 27.6-29.1°C. Nilai DO pada air budidaya ikan mas dengan perlakuan

jenis tanaman air yang berbeda berkisar antara 4,4-6,3 ppm. Nilai pH pada air budidaya ikan mas dengan perlakuan jenis tanaman air yang berbeda pada semua perlakuan berkisar antara 6.7-7.4.

Tabel 1. Nilai pengukuran suhu, DO dan pH selama 50 hari masa pemeliharaan.

Perlakuan	Hari	Parameter		
		Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH
P0	0	28.3	5	6.7
	10	28.3	5	6.9
	20	28.2	5.2	6.9
	30	28.5	4.9	7.1
	40	28.9	4.9	6.7
	50	28.7	4.7	6.9
P1	0	28.3	5	6.7
	10	28.6	5.4	7.3
	20	28.3	5.6	7.2
	30	28.4	5.8	7.1
	40	28.1	6	7.3
	50	28.6	6.1	7.2
P2	0	28.3	5.1	6.8
	10	28.4	5.4	7.4
	20	28.8	5.6	7.2
	30	28.7	5.6	7.1
	40	28.6	5.8	7.2
	50	28.4	6.1	7.2
P3	0	28.3	5	6.8
	10	28.4	5.5	7.4
	20	29.0	5.5	7.2
	30	28.6	5.6	7.2
	40	28.0	5.9	7.1
	50	28.8	6	7.3

Dissolved Oxygen (DO)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan selama 50 hari diperoleh nilai oksigen terlarut (DO) selama pemeliharaan berkisar antara 4.7-6.1 mg/l, dimana nilai DO ini menunjukkan nilai yang optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas. Menurut Pratama (2020) bahwa untuk mendukung kelulushidupan ikan mas, nilai oksigen terlarut yang optimal yaitu >3 mg/l. Pada perlakuan P1, P2, dan P3 memiliki nilai DO yang semakin tinggi dibandingkan dengan perlakuan (P0) yang semakin menurun hingga akhir masa pemeliharaan, hal ini dipengaruhi oleh penggunaan tanaman air. Hal ini karena tanaman air yang berfotosintesis dan menghasilkan oksigen. Menurut Effendi (2015) yang menyatakan bahwa akar tumbuhan akuatik

di bawah permukaan air mengeluarkan oksigen, sehingga terbentuk zona rizosfer yang kaya akan oksigen diseluruh permukaan rambut akar. Oksigen tersebut mengalir ke akar melalui batang setelah berdifusi dari atmosfer melalui pori-pori daun. Oksigen yang dilepas oleh akar tanaman air dalam 1 hari. Pelepasan oksigen oleh akar tanaman air menyebabkan air/tanah disekitar rambut akar memiliki oksigen terlarut yang lebih tinggi. Proses penyerapan bahan organik oleh tanaman terjadi melalui akar. Akar tanaman membutuhkan oksigen yang cukup untuk respirasi sehingga penyerapan unsur hara dapat optimal.

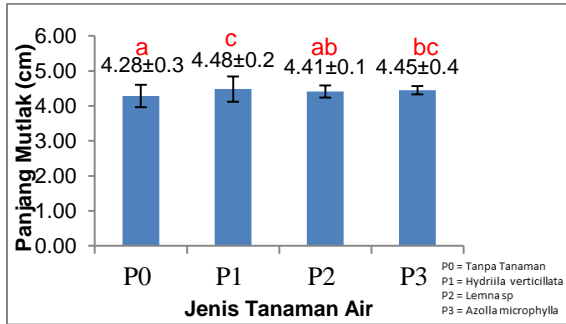
Suhu

Hasil pengamatan suhu selama penelitian didapatkan hasil berkisar antara 28 – 29 °C. Menurut Laila (2018) bahwa Kisaran suhu optimal bagi kehidupan ikan mas (*Cyprinus Carpio*) berkisar antara 28 - 30°C. Suhu mempengaruhi kerja metabolisme ikan yang berdampak pada pertumbuhannya. Suhu sangat berperan penting dalam proses metabolisme ikan. Kinerja pertumbuhan ikan yang meliputi panjang dan bobot tubuh ditentukan oleh respon fisiologis seperti nafsu makan, proses metabolisme, hingga kesehatan dipengaruhi oleh suhu lingkungannya. Suhu juga berpengaruh terhadap kadar oksigen terlarut dalam air, juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan nafsu makan ikan. Suhu berpengaruh terhadap tingkat penyerapan dalam proses fitoremediator, karena suhu berkaitan dengan proses metabolisme dan fotosintesis. Semakin tinggi suhu lingkungan tumbuhan maka semakin tinggi tingkat penyerapan oleh tumbuhan, dimana suhu lingkungan akan menyebabkan proses fotosintesis meningkat, sehingga penyerapan tumbuhan akan meningkat juga (Fitriana,2020).

Panjang Mutlak Ikan

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan *Uji One Way Anova* menunjukkan bahwa perlakuan beberapa jenis tanaman air pada budidaya ikan mas memberikan pengaruh

yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap rata-rata panjang mutlak ikan mas.

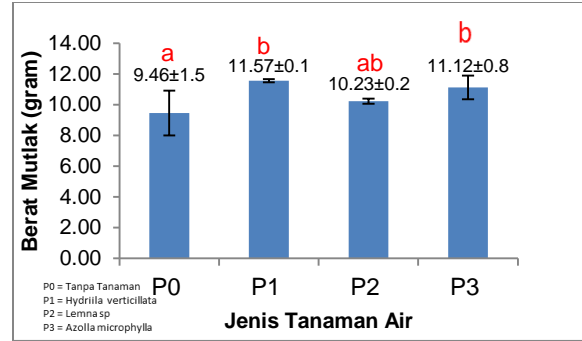


Gambar 10. Panjang Mutlak

Panjang rata-rata ikan mas (*Cyprinus carpio*) selama 50 hari pemeliharaan yang paling tertinggi terdapat pada P1 sebesar 5.43 cm sedangkan terendah pada P0 (kontrol) sebesar 4.39 cm. Pada P0 memiliki nilai terendah dikarenakan kualitas air pada P0 (kontrol) yang kurang baik dikarenakan tidak adanya tanaman air sebagai fitoremediator untuk menurunkan polutan pada air budidaya. Menurut Komarawidjaja (2005) bahwa kondisi lingkungan yang tercemar tentu akan mengganggu pertumbuhan, karena fisiologis ikan terganggu, nafsu makan ikan turun dan ikan sakit. Bahkan apabila pencemaran yang terjadi menjadi lebih berat dan toksik tidak menutup kemungkinan terjadinya musibah kematian ikan secara masal. Oleh karena itu, erat sekali hubungannya antara perubahan kualitas lingkungan perairan dengan pertumbuhan kehidupan perairan khususnya pertumbuhan ikan budidaya.

4.3.2 Berat Mutlak Ikan

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan *Uji One Way Anova* menunjukkan bahwa perlakuan beberapa jenis tanaman air pada budidaya ikan mas memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap rata-rata berat mutlak ikan.

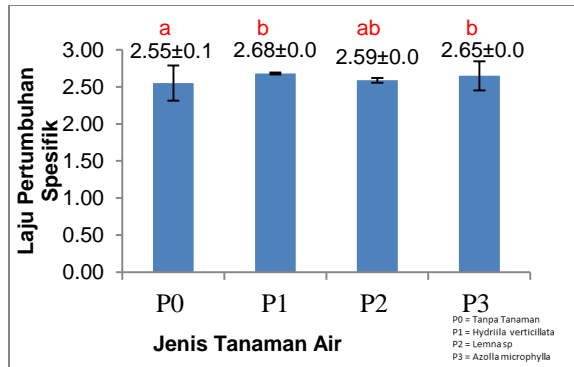


Gambar 11. Berat Mutlak

Berat mutlak rata-rata ikan mas paling tinggi yaitu pada P1 (*Hydrilla verticillata*) dengan nilai 11.57 g sedangkan terendah yaitu pada P0 (kontrol) memiliki nilai 9.46 g. Hal ini berbanding lurus dengan nilai Panjang mutlak pada penelitian ini yang mengalami pertumbuhan signifikan. Menurut Prayogo et al., (2012) yang menyatakan bahwa semakin bertambah panjang tubuh semakin bertambah pula berat tubuh ikan. Penggunaan tanaman air *Hydrilla verticillata*, *Lemna*, dan *Azolla microphylla* memberikan pertumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan tanpa tanaman air (perlakuan kontrol). Menurut Azhari (2018) bahwa kualitas air menjadi faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yang dibudidayakan. Dikarenakan parameter-parameter kualitas air seperti suhu, DO, pH, Amoniak dan Nitrat memiliki korelasi yang saling terkait dengan kualitas perairan, dari kualitas air tersebut yang kemudian akan mempengaruhi pertumbuhan ikan.

4.3.3 Specific Growth Rate (SGR)

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan *Uji One Way Anova* menunjukkan bahwa perlakuan beberapa jenis tanaman air pada budidaya ikan mas memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan mas.

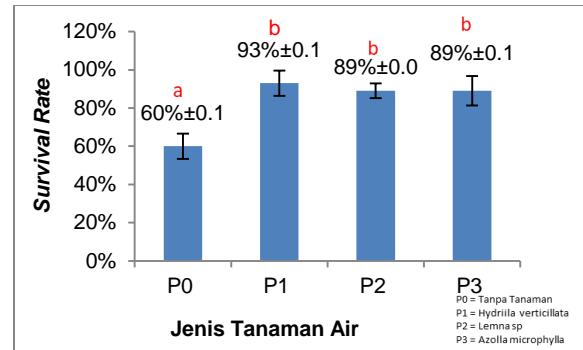


Gambar 12. Laju Pertumbuhan Spesifik

Berdasarkan nilai laju pertumbuhan spesifik tertinggi yaitu terdapat pada P1 2.98% dan yang terendah terdapat di P0 sebesar 2.52%, dapat dikatakan bahwa kualitas air selama pemeliharaan masih mampu untuk mendukung pertumbuhan ikan. Menurut Effendi (2003), menyatakan bahwa kondisi kualitas air yang baik akan menyebabkan fungsi fisiologis tubuh ikan menjadi lancar sedangkan pada kondisi kualitas air yang buruk energi banyak digunakan untuk proses adaptasi tubuh ikan terhadap lingkungan. Hal ini diperkuat oleh Menurut Yahuli (2014) yang menyatakan bahwa biota air membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan bakarnya (makanan) untuk menghasilkan aktifitas, seperti aktifitas berenang, pertumbuhan, reproduksi, dan sebaliknya. Menurut Pranata (2021) yang menyatakan pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor gen, penyakit, daya serap terhadap makanan dan faktor fisik, kimia dan biologi perairan. Selain itu, pakan dan suhu air mempengaruhi pertumbuhan ikan.

4.3.4 Survival Rate (SR)

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan *Uji One Way Anova* menunjukkan bahwa perlakuan beberapa jenis tanaman air pada budidaya ikan mas memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap kelangsungan hidup mas.



Gambar 13. Rata-rata Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Nilai SR pada perlakuan dengan tanaman air berkisar antara 89-93%, sedangkan yang terendah berada pada P0 sebesar 60%. Pada perlakuan P0 (kontrol) memiliki nilai suhu, pH, dan DO yang masih berada dalam kisaran, hal ini yang diduga menjadi penyebab nilai SR pada P0 sebesar 60%, walaupun pada nilai kualitas air yang lainnya diluar kisaran. Simanullang (2017), bahwa tingkat kelangsungan hidup >50% tergolong baik, kelangsungan hidup 30-50% sedang dan kelangsungan hidup kurang dari 30% tidak baik. Tingkat kelangsungan hidup selama pemeliharaan tergolong baik dikarenakan lebih dari 50%.

Pada perlakuan (P0) memiliki nilai SR yang lebih rendah diantara perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan kualitas air diperlakukan tersebut yang kurang sesuai, parameter yang mengakibatkan penurunan SR yang paling signifikan yaitu kualitas air. Parameter kualitas air saling berkaitan sehingga apabila salah satu parameter berada pada kisaran nilai yang tidak optimal maka akan mempengaruhi parameter lainnya. Menurut Islami (2017) bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air dalam kegiatan akuakultur antara lain: suhu air, oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), alkalinitas, amonia, nitrit, nitrat, karbondioksida, dan bahan organik terlarut lainnya. Menurut Restiningtyas et al (2015) bahwa kelulushidupan dapat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik terdiri dari umur dan kemampuan ikan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan,

sedangkan faktor abiotik antara lain ketersediaan makanan dan kualitas air media hidup. Akumulasi limbah sisa pakan dan hasil metabolisme sebagai akibat budidaya yang intensif dapat menurunkan kualitas air yang dapat mempengaruhi proses-proses fisiologis termasuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup komoditas yang dibudidayakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa diantara ke 3 jenis tanaman air yang memberikan hasil terbaik sebagai fitoremediator adalah *Hydrilla verticillata*. *Hydrilla verticillata* dapat menstabilkan kualitas air budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*), dengan menurunkan nilai TOM (total organic matter) sebesar 16.4 mg/l, dan mereduksi amoniak sebesar 0,40 mg/l, sedangkan nitrat sebesar 1,7 mg/l. Perlakuan yang memberikan nilai pertumbuhan ikan mas terbaik berada diperlakukan *Hydrilla verticillata* dan *Azolla microphylla* yaitu sedangkan untuk nilai kelangsungan hidup ikan mas terbaik yaitu berada diperlakukan *Hydrilla verticillata* yaitu sebesar 93%.

Saran

Penulis berharap dari penelitian ini akan mampu digunakan sebagai acuan penelitian fitoremediator limbah air budidaya ikan maupun pencemar lainnya. Sedangkan selanjutnya untuk jenis-jenis tanaman akuatik lainnya dapat diperbanyak dan dapat pula digunakan sebagai pengendalian kualitas air yang efektif dan efisien.

REFERENSI

- Al Idrus, S. W. (2018). Analisis Kadar Karbon Dioksida Di Sungai Ampenan Lombok. *Jurnal Pijar MIPA*, 13(2), 167-170.
<https://doi.org/10.29303/Jpm.V13i2.760>
- Anas, P., Jubaedah, I., & Sudinno, D. (2017). Kualitas air dan beban limbah karamba jaring apung di waduk Jatiluhur Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 11(1), 35-47. <https://doi.org/10.33378/jppik.v11i1.84>
- Anggraini, S. I., Arfiati, D., Nursyam, H., Pratiwi, A. I., & Windi, E. Penurunan Kadar Bahan Organik dan Proksimat pada Air Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Menggunakan *Bacillus subtilis*.
<https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/JSAPI>
- Anggriani, Ryan, Iskandar, And Ankiq Taofiqurohman. 2012. "Efektivitas Penambahan *Bacillus* Sp. Hasil Isolasi Dari Saluran Pencernaan Ikan Patin Pada Pakan Komersial Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*)."
Jurnal Perikanan Kelautan 3(3): 75–83.
- Ardana, P. P. N., Abidin, Z., & Diniarti, N. (2018). Pemanfaatan limbah budidaya ikan untuk peningkatan pertumbuhan biomassa cacing sutra (*Tubifex* sp.). *Jurnal Perikanan Unram*, 8(1), 55-64.
<https://doi.org/10.29303/jp.v8i1.75>
- Arsyanti, L. D., Hidayatulloh, F. S., & Maulana, F. (2022). Pemberdayaan Masyarakat Desa Karang Asem Timur dalam Optimalisasi Budi Daya Ikan dan Produk Olahannya. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah*

- Pengabdian kepada Masyarakat*, 8(2), 158-164. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.8.2.158-164>
- Arum, N. D. K. (2018). *Perbedaan Jumlah Gastropoda Air Tawar (Sulcospira-Testudinaria) Terhadap Penurunan Kadar Bahan Organik Sisa Proses Budidaya* (Doctoral Dissertation, Universitas Brawijaya). <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/164291>
- Azhari, D., & Tomaso, A. M. (2018). Kajian kualitas air dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dengan sistem akuaponik. *Akuatika Indonesia*, 3(2), 84-90. <https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23392>
- Darwis, D., Mudeng, J. D., & Londong, S. N. (2019). Budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) sistem akuaponik dengan padat penebaran berbeda. *E-Journal Budidaya Perairan*, 7(2). <https://doi.org/10.35800/bdp.7.2.2019.24148>
- Dwiputra, B, P, D Harwanto, And I Samidjan. 2021. "Pengaruh Penggunaan *Hydrilla Verticillate* Sebagai Fitoremediator Terhadap Kualitas Air Dan Pertumbuhan Ikan Manfish (*Pterophyllum Scalare*) Pada Sistem Resirkulasi." *Jurnal Sains Akuakultur Tropis* 5(2): 223–35. <https://doi.org/10.14710/sat.v5i2.11603>
- Effendi, Hefni, Bagus Amalrullah Utomo, Giri Maruto Darmawangsa, And Rebo Elfida Karo-Karo. 2015. "Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias Sp.*) Dengan Kangkung (*Ipomoea Aquatica*) Dan Pakcoy (*Brassica Rapa Chinensis*) Dalam Sistem Resirkulasi." *Jurnal Ecolab* 9(2): 80–92.
- Fitriana, N., & Kuntjoro, S. (2020). Kemampuan Lemna minor dalam menurunkan kadar linear alkyl benzene sulphonate. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(2), 109-114. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v9n2.p109-114>
- Hendrianti, E., & Ratna, C. D. (2018). Penurunan Nutrien Amoniak Dan IPAL Komunal Tlogomas Dengan Fitoremediasi. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/3648>
- Hidayat, Muhammad Khusni, Munifatul Izzati, And Nintya Setiari. 2011. "Produksi Dan Konsumsi Oksigen Serta Pertumbuhan *Ceratophyllum Demersum L.* Pada Kerapatan Yang Berbeda Dalam Mendukung Potensinya Sebagai Bioaerator." *Buletin Anatomi Dan Fisiologi* 9(2): 1–9. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/Janafis/Article/View/3857>
- Iman Saleh Yulianto, I. S. (2020). *Tingkat Keberhasilan Perbandingan Lemna Minor Dan Kangkung Air (Ipomoea Aquatica) Sebagai Fitoremediasi Dalam Pengelolaan Limbah Cair Hasil Budidaya Ikan Nila (Oreochromis Niloticus)* (Doctoral Dissertation, Universitas Pancasakti Tegal).
- Islami, A. N., Hasan, Z., & Anna, Z. (2017). Pengaruh Perbedaan Siphonisasi Dan Aerasi Terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan, Dan Kelangsungan Hidup Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Stadia Benih. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 8(1).
- Komarawidjaja, W. (2005). Status kualitas air Waduk Cirata dan dampaknya terhadap pertumbuhan ikan

- budidaya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 6(1).
- Laila, K. (2018). Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 4(2), 275–281. <http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/26688>
- Lasena, A., Nasriani, N., & Irdja, A. M. (2017). Pengaruh Dosis Pakan yang Dicampur Probiotik Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Akademika*, 6(2). <http://dx.doi.org/10.31314/akademika.v6i2.47>
- Pranata, B., & Kusuma, A. B. (2021). Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Budidaya Sistem Resirkulasi Menggunakan Filtrasi Tanaman *Hydrilla verticillata* dan *Ceratophyllum demersum*. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(3), 245-252. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2021.Vol.5.No.3.153>
- Pratama, F. A., Harris, H., & Anwar, S. (2020). Pengaruh perbedaan media filter dalam resirkulasi terhadap kualitas air, pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(2), 95-104. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v15i2.5089>
- Prayogo, H.H., R. Rostika dan I. Nuruhwaty. 2012. Pengkayaan Pakan Yang Mengandung Maggot dengan Tepung Kepala Udang Sebagai Sumber Karotenoid Terhadap Penampilan Warna dan Pertumbuhan Benih Rainbow Kurumoi (*Melanotaenia parva*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3): 201-205
- Putra, C. D. G. (2018). *Dinamika Total Organic Matter (Tom) Pada Air Budidaya Ikan Lele Sangkuriang (Clarias Gariepinus) Di Upt Ptpbp2kp Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya). <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/11628>
- Putri, E. S. C., Lisminingsih, R. D., & Latuconsina, H. (2022). Kemampuan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Dalam Menurunkan Kadar Amoniak Pada Limbah Budidaya Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* Var). *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*, 4(2), 476-486. <https://doi.org/10.33506/jrpk.v4i2.2073>
- Restiningtyas, R. (2015). Pemanfaatan tepung daun lamtoro (*Laucaena gluca*) yang telah difermentasikan dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan benih ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2), 26-34. <http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jamt>
- Ruhmawati, Tati, Denny Sukandar, Mimin Karmini, And Tatang Roni. 2017. "Penurunan Kadar Total Suspended Solid (Tss) Air Limbah Pabrik Tahu Dengan Metode Fitoremediasi." *Jurnal Permukiman* 12(1): 25–32. <http://repo.poltekkesbandung.ac.id/id/eprint/4597>
- Sabrina, S., Ndobe, S., Tis'i, M., & Tobigo, D. T. (2018). Pertumbuhan Benih Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) Pada Media Biofilter Berbeda. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 12(3), 215-224. <https://doi.org/10.33378/jppik.v>

12i3.111

Salima, F. 2019. "Uji Aktivitas Antioksi dan Isolat Steroid Hasil Kromatografi Kolom Fraksi Etil Asetat Mikroalga *Chlorella Sp.*"<http://etheses.uinmalang.ac.id/id/eprint/15228>

Scabra, A. R., & Setyowati, D. N. A. (2019). Peningkatan mutu kualitas air untuk pembudidaya ikan air tawar di Desa Gegerung Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Abdi Insani*, 6(2), 267-275. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v6i2.243>

Silaban, T. F., & Santoso, L. (2012). Pengaruh penambahan zeolit dalam peningkatan kinerja filter air untuk menurunkan konsentrasi amoniak pada pemeliharaan ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1), 47-56.

Silviana, L., & Rachmadiarti, F. (2023). Fitoremediasi Fosfat dari Detergen Sintetis dengan Menggunakan Lemna minor dan *Azolla microphylla*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 281-289. <https://doi.org/10.26740/lentera-bio.v12n3.p281-189>

Simanullang, D. F. P. 2017. Pengaruh Penambahan Sumber Karbon yang Berbeda Pada Sistem Bioflok terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). Skripsi : Jurusan Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau.

Siregar, A., Jubaedah, D., & Wijayanti, M. (2017). Penggunaan *Hydrilla Verticillata* Sebagai Fitoremediator Dalam Pemeliharaan Ikan Patin (*Pangasius Sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(1), 70-

82. <https://doi.org/10.36706/jari.v5i1.5809>

Tpb, D. H., Sasanti, A. D., & Taqwa, F. H. (2015). Pengaruh penambahan pupuk hayati cair dengandosis berbeda terhadap kelangsungan hidup benih ikan lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 3 (2), 62-69.

Yahuli, Y., Pangemanan, P. N., & Rompas, R. J. (2014). Kualitas air disekitar lokasi budi daya ikan di Desa Paslaten Kabupaten Minahasa. *E-journal budidaya Perairan*, 2 (2). <https://doi.org/10.35800/bdp.2.2.2014.4902>