



**Pemanfaatan selada romain (*Lactuca sativa L.*) sebagai bioremediator limbah ikan koi (*Cyprinus carpio L.*) pada sistem akuaponik**

***Utilization of romain lettuce (*Lactuca sativa L.*) as a bioremediator of waste koi fish (*Cyprinus carpio L.*) in aquaponic systems***

**Maharrani Rahayu Pratiwi<sup>1\*</sup>, Sri Andayani<sup>2</sup>, M. Firdaus<sup>3</sup>**

1)Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.  
2,3)Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Jl. Veteran no. 1, Malang.  
\*Korespondensi: [Maharranirahayup@gmail.com](mailto:Maharranirahayup@gmail.com)

**ABSTRAK**

Indonesia merupakan salah satu sentra perikanan yang memberikan kontribusi signifikan terhadap produksi ikan secara internasional. Jumlah produksi ikan tersebut tak lepas dari kegiatan budidaya baik ikan konsumsi maupun ikan hias. Salah satu ikan hias yang dikembangkan dan menjadi komoditas utama untuk diperdagangkan ialah ikan koi, bahkan menjadi komoditas andalan di beberapa daerah diantaranya Sukabumi, Cianjur, dan Blitar (Kursini, 2015). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perbedaan pemberian tanaman air terhadap kelangsungan hidup ikan Koi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang menggunakan 5, 10, dan 15 tanaman, yang kemudian masing-masing diulang 3 kali. SR ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 100% dengan kepadatan 5 dan 15 tanaman. Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 86% dengan kepadatan 10 dan 15 tanaman. pada suhu ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 25–29°C dengan kepadatan 10 tanaman, Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 22,6 - 25,7°C dengan kepadatan 5 tanaman. pada DO diketahui bahwa rata-rata pH ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 7,33 mg/l dengan kepadatan 15 tanaman, Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 3,3 mg/l dengan kepadatan 10 tanaman. Dan pada amonia selama penelitian diketahui bahwa rata-rata Amonia ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 0,28 mg/l dengan kepadatan 5 tanaman, Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 0,04 mg/l dengan kepadatan 15 tanaman.

Kata Kunci : Bioremediasi, Ikan Koi, *Lactuca sativa L.*, SR

**ABSTRACT**

Indonesia is a fishery center that contributes significantly to international fish production. The amount of fish production cannot be separated from the cultivation of both consumption fish and ornamental fish. One of the ornamental fish that has been developed and has become the main commodity for trading is koi fish, and it has even become a mainstay commodity in several areas including Sukabumi, Cianjur, and Blitar (Kursini, 2015). Therefore, it is necessary to conduct research on the effect of differences in the provision of aquatic plants on the survival of Koi fish. The method used in this study was an experimental method using 5, 10, and 15 plants, which were then repeated 3 times each. The SR of koi fish in the aquaponic system was higher, namely 100% with a density of 5 and 15 plants. Meanwhile, the lowest koi fish culture yielded 86% with a density of 10 and 15 plants. at the



higher temperature of koi fish in aquaponics system, namely 25–29°C with a density of 10 plants, while at the lowest koi fish culture the results are 22,6–25,7°C with a density of 5 plants. on DO it is known that the average koi fish pH in the aquaponics system is higher at 7.33 mg/l with a density of 15 plants, while the lowest koi fish culture yields 3.3 mg/l with a density of 10 plants. And in ammonia during the study it was known that the average koi fish Ammonia in the aquaponics system was higher, namely 0.28 mg/l with a density of 5 plants, while in the lowest koi fish culture the results were 0.04 mg/l with a density of 15 plant.

**Keywords:** Bioremediation, Koi Fish, *Lactuca sativa L.*, SR

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu sentra perikanan yang memberikan kontribusi signifikan terhadap produksi ikan secara internasional. Jumlah produksi ikan tersebut tak lepas dari kegiatan budidaya baik ikan konsumsi maupun ikan hias. Salah satu ikan hias yang dikembangkan dan menjadi komoditas utama untuk diperdagangkan ialah ikan koi (Kursini, 2015).

Guna mendukung tercapainya target produksi koi, perlu dilakukan budidaya ikan yang intensif. Budidaya ikan secara intensif yang semakin meningkat perlu memperhatikan ketersediaan lahan dan sumber air, namun perkembangan pembangunan telah mengkonversi lahan budidaya sehingga luasnya semakin berkurang dan diikuti dengan menurunnya kualitas perairan, maka perlu adanya perkembangan teknologi dan inovasi baru sehingga kegiatan perikanan khususnya budidaya ikan dapat terus berlanjut. Menurut Zidni (2013), perkembangan teknologi dan inovasi tersebut diharapkan mampu

mengurangi limbah dan meningkatkan produktivitas per satuan luas lahan budidaya.

Salah satu inovasi yang dapat diterapkan yaitu budidaya ikan secara intensif yang terintegrasi dengan tanaman melalui sistem akuaponik. Sistem ini dapat menghemat penggunaan air dalam budidaya sampai 97% dan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah (Zidni, 2013). Air yang kaya nutrisi dari wadah pemeliharaan akan disalurkan menuju tanaman, kemudian dimanfaatkan sebagai hara (Zidni, 2013). Seiring dengan meningkatnya kegiatan budidaya perikanan, dampak negatif terhadap lingkungan juga muncul, salah satunya yaitu meningkatnya akumulasi limbah budidaya. Akumulasi limbah budidaya berasal dari hasil sisa metabolisme ikan dan sisa pakan yang terlarut di dalam air yang bersifat toksik bagi kelangsungan hidup ikan. Menurut Ghaly et al. (2004), kegiatan budidaya menghasilkan bahan organik dan nutrisi (nitrogen, fosfor dan unsur-unsur lainnya) dalam jumlah besar yang memerlukan pengolahan dan atau



pembuangan. Bahan organik, nitrogen dan fosfor dimanfaatkan oleh ikan sebagai indikator utama dalam efisiensi penggunaan pakan dan sering kali parameter tersebut juga digunakan untuk mengukur dampak lingkungan dari limbah budidaya (Van Rijn 2012).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2021 - Maret 2021 di Laboratorium Reproduksi dan Pemuliaan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Analisis bahan anorganik dilakukan pada Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Brawijaya. Kultur *Pseudomonas Putida* dilakukan di Laboratorium kedokteran Universitas Brawijaya.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 18 akuarium berukuran 60 x 40 x 40 cm<sup>3</sup>, 18 nampan, Styrofoam, aluminium foil, pot berdiameter 16 cm, pipa paralon ukuran AW 1", pompa air celup, keran buka tutup, termometer, water heater, serta peralatan lainnya untuk pengujian kualitas air. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit selada yang berumur dua minggu dengan

tinggi rata-rata 4-5 cm, ikan koi (*Cyprinus carpio* L.) dengan panjang total 5-6 cm, *Pseudomonas putida*, nutrisi tambahan AB mix untuk tanaman, media tanam selada romaine (rockwool), pakan ikan, air media pemeliharaan dan bahan-bahan lainnya untuk pengujian kualitas air.

### Prosedur Penelitian

#### *Pemeliharaan Ikan*

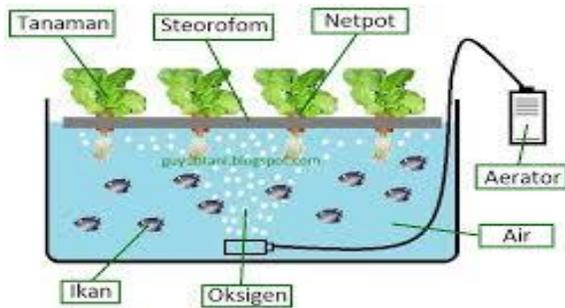
Pada Sistem Akuaponik Ikan koi (*Cyprinus carpio* L.) berukuran 5-6 cm ditebar dengan padat tebar 20 ekor per akuarium. Menurut Saparinto (2018), penebaran ikan koi dapat dilakukan dengan padat tebar 200-400 ekor/m<sup>3</sup>.

Sebelum ditebar, ikan diaklimatisasi selama satu minggu agar terjadi akumulasi nutrisi untuk menyediakan nutrisi bagi tanaman. Selama 60 hari ikan dipelihara dan diberi pakan komersil sebanyak 3% dari bobot rata-rata ikan (Saparinto, *et al.* 2015) dengan frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari. Pengukuran panjang dan bobot dilakukan setiap minggu.

Penanaman Selada romain berumur sekitar dua minggu dengan tinggi rata-rata 4-5 cm ditanam pada nett pot dengan jarak tanam  $\pm$  5 cm untuk jumlah tanaman 5, 10 dan 15 Selada pada sistem resirkulasi akuaponik.



Pada sistem resirkulasi hidroponik selada romain ditanam dengan jarak tanam  $\pm 5$  cm.



Gambar 1. System Rakit Apung

Pemindahan Selada ke nampan hidroponik dilakukan satu minggu setelah ikan dimasukkan ke akuarium. Selama pemeliharaan, selada pada sistem resirkulasi akuaponik, tidak ada penambahan nutrisi. Nutrisi hanya berasal dari limbah budidaya ikan koi. Pengukuran tinggi tanaman, lebar daun dan jumlah daun dilakukan setiap minggu, sedangkan penimbangan bobot dilakukan pada awal dan akhir percobaan.

#### Pemberian Pakan

Pemberian pakan ikan koi dilakukan pada masing-masing bak perlakuan sebanyak tiga kali sehari yaitu pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00. Pakan yang diberikan sejumlah 3%-5% dari biomassa ikan (Purnomo, 2012).

#### Analisa Data

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola

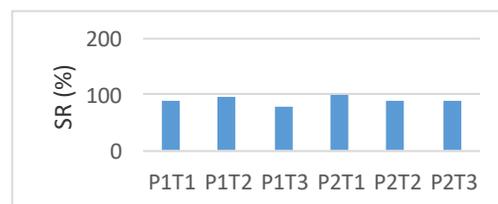
faktorial. Dimana ikan diberikan 20 ekor perakuarium dan kepadatan tanaman selada yang mengacu pada penelitian Marpaung *et al.* (2017) dengan modifikasi, yaitu:

- T1 = 5 tanaman/aquarium
- T2 = 10 tanaman/aquarium
- T3 = 15 tanaman/aquarium

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Survival Rate (SR)

Dari pengukuran Survival Rate (SR) pada media budidaya ikan koi menunjukkan adanya interaksi pertumbuhan Selada terhadap survival rate, maka berdasarkan hasil perhitungan Anova pada pengaruh bioremediasi selada pada SR ikan Diperoleh hasil perhitungan survival rate selama penelitian diketahui bahwa rata-rata SR ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 100% dengan kepadatan 5 dan 15 tanaman. Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 86% dengan kepadatan 10 dan 15 tanaman.



Gambar 2. Pengaruh Interaksi dan Selada Terhadap SR

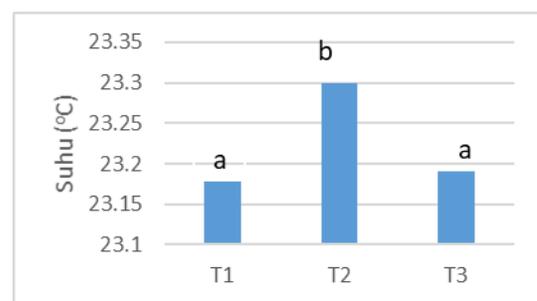


Pada perlakuan P2T1 mortalitas ikan juga terjadi, namun tidak sebanyak mortalitas ikan uji pada SR terendah pada perlakuan P1T3 disebabkan karena banyaknya ikan yang mati, hal tersebut diduga karena ikan mengalami stress akibat kadar ammonia yang cukup tinggi. Konsentrasi ammonia pada perlakuan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu berkisar antara 0,085 - 0,460 mg/ L. Konsentrasi ammonia yang tinggi juga berpengaruh terhadap tanaman pada sistem akuaponik, karena akar tanaman tidak dapat memanfaatkan nitrat secara optimal untuk pertumbuhannya, karena nitrat merupakan hasil penguraian dari ammonia (Tambunan,2010). Tingginya SR pada perlakuan pemberian tanaman dibandingkan dengan perlakuan yang lain disebabkan karena kualitas air yang baik dan sesuai untuk kehidupan ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Lisna dan Insulistyowati, 2015), bahwa kualitas air sangat berpengaruh terhadap SR dan pertumbuhan ikan. Selain itu tingginya nilai SR pada perlakuan juga disebabkan karena penambahan tanaman, sehingga membantu memberikan kondisi ekosistem air yang ideal baik dalam hal efisiensi penyerapan pakan dan proses nitrifikasi (Hartini, 2013). Bakteri seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas putida* bekerja secara efektif untuk menguraikan bahan

organik sehingga kualitas air tetap stabil. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Pitrianingsih (2014), bahwa bakteri *Pseudomonas putida* sangat baik digunakan untuk memperbaiki kualitas air pada media budidaya.

### Suhu

Dari pengukuran nilai suhu pada media budidaya ikan koi menunjukkan adanya interaksi pertumbuhan selada, maka berdasarkan hasil perhitungan Anova pada pengaruh bioremediasi selada terhadap suhu ikan koi diperoleh hasil nilai suhu selama penelitian diketahui bahwa rata-rata suhu ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 25–29°C dengan kepadatan 10 tanaman, Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 22,6 - 25,7°C dengan kepadatan 5 tanaman.



Gambar 3. Pengaruh Jumlah Selada Terhadap Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu selama penelitian pada semua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Suhu berkisar antara 28 – 30°C. Kisaran suhu ini



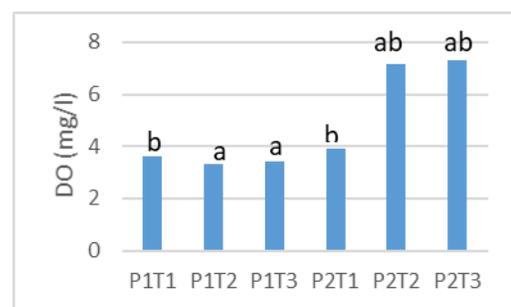
masih dalam keadaan layak untuk pemeliharaan ikan koi yaitu 22 - 32°C (BBPBAT, 2005). Lucas (2002), menyatakan bahwa suhu media yang optimum berpengaruh terhadap kinerja enzim pencernaan dan metabolisme yang efektif. Konsumsi pakan yang tinggi disertai dengan proses pencernaan dan metabolisme yang efektif akan menghasilkan energi yang optimal untuk pertumbuhan (Zidni, 2013).

Hal ini sesuai dengan pernyataan Ratih (2019), bahwa dalam proses kehidupan, beragam jenis tanaman yang begitu banyak memerlukan suhu yang sesuai dengan masing-masing kebutuhannya. Selain air, cahaya, maupun pupuk dan sebagainya, suhu memiliki pengaruh yang tidak kalah penting dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman., suhu mempunyai pengaruh terhadap laju metabolisme, fotosintesis, respirasi, dan transpirasi tumbuhan. Selain itu suhu juga memengaruhi beberapa proses fisiologis penting, seperti bukaan stomata, laju penyerapan air dan nutrisi. Peningkatan suhu sampai titik optimum akan diikuti oleh peningkatan proses di atas. Setelah melewati titik optimum, proses tersebut mulai dihambat, baik secara fisik maupun kimia, menurunnya aktifitas enzim (enzim terdegradasi). Suhu tinggi merusakkan enzim sehingga metabolisme tidak berjalan baik. Begitupun

suhu rendah bisa menyebabkan enzim tidak aktif dan metabolisme terhenti. Oleh karena itu, tumbuhan memiliki suhu optimum antara 10 hingga 38 derajat celcius. Adapun tumbuhan tidak akan bertahan pada suhu di bawah nol derajat celcius dan di atas 40 derajat celcius.

### **Dissolved Oxygen (DO)**

Dari pengukuran nilai DO pada media budidaya ikan koi menunjukkan adanya interaksi antara pertumbuhan selada terhadap DO, maka berdasarkan hasil perhitungan Anova pada pengaruh bioremediasi dan selada terhadap DO ikan koi diperoleh hasil nilai DO selama penelitian diketahui bahwa rata-rata pH ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 7,33 mg/l dengan kepadatan 15 tanaman, Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 3,3 mg/l dengan kepadatan 10 tanaman.



Gambar 4. Pengaruh Interaksi *Pseudomonas putida* dan Selada Terhadap DO

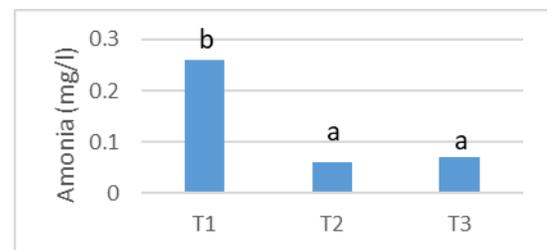
Hal ini sesuai pernyataan Sahrijanna & Septiningsih (2017), yang menyatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut (DO) yang ideal



untuk budidaya adalah 3-7 mg/L. Kekurangan kadar oksigen dapat berakibat stress, mudah terserang penyakit dan terhambatnya pertumbuhan ikan. Keberadaan DO dibutuhkan oleh semua organisme yang hidup diperairan tersebut untuk bernapas, melakukan proses metabolisme yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan. Kandungan DO yang terukur selama proses penelitian mendukung untuk kegiatan budidaya ikan. Penurunan kadar oksigen akibat adanya organisme dalam air yang melakukan pernapasan serta terjadinya perombakan bahan organik. Kebutuhan oksigen dalam air yang tidak terpenuhi akan mengakibatkan penurunan kondisi kesehatan ikan akibat dari tingkat konsumsi yang rendah (Mardhiya *et al.*, 2017). Kemampuan tanaman selada yang tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan tanaman yang lainnya memberikan pengaruh terhadap penyerapan nitrogen anorganik yang lebih baik sehingga kualitas air menjadi lebih baik, hal ini memberikan pengaruh terhadap kandungan DO pada media budidaya ikan. Menurut Sikawa (2010), kandungan oksigen yang optimum untuk respirasi akar tanaman adalah 2,5 mg/l, apabila dibawah 0,16 mg/l menyebabkan akar dan daun tanaman akan layu sehingga penyerapan unsur hara tidak optimal.

### Amonia

Dari pengukuran nilai Amonia pada media budidaya ikan koi menunjukkan adanya interaksi penambahan selada terhadap amonia, maka berdasarkan hasil perhitungan Anova diperoleh hasil nilai Amonia selama penelitian diketahui bahwa rata-rata Amonia ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 0,28 mg/l dengan kepadatan 5 tanaman, Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 0,04 mg/l dengan kepadatan 15 tanaman.



Gambar 5. Pengaruh Jumlah Selada Terhadap Amonia

Hal ini sesuai dengan Somerville *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa nilai ammonia yang optimum pada system akuaponik adalah kurang dari 1 mg/l. konsentrasi ammonia optimum untuk pertumbuhan ikan koi adalah <0,0025 mg/l (devi,2013). Kandungan pada ammonia selama penelitian mengalami penurunan, hal ini diduga adanya proses nitrifikasi oleh bakteri. Menurut Van Kessel *et al.* (2010) menyatakan bahwa terjadinya proses reduksi ammonia dapat melalui beberapa proses diantaranya adalah melalui



proses biologi seperti asimilasi alga dan tumbuhan, dekomposisi oleh bakteri, nitrifikasi dan proses aerasi.

Tingginya kualitas air disebabkan oleh peningkatan limbah organik dari buangan metabolit, sisa pakan yang terakumulasi di perairan serta kurang sempurnanya proses filtrasi yang dilakukan oleh tanaman selada. Tinggi rendahnya nilai kualitas air berdasarkan waktu dan perlakuan juga dikarenakan adanya proses pengadukan yang terjadi pada saat pengambilan sampel air, kondisi ini sesuai dengan pendapat Muchtar dan Simanjuntak (2018) bahwa secara alamiah nitrogen dan fosfat terdistribusi mulai dari permukaan sampai dasar. Nilai parameter kualitas air sangat dipengaruhi oleh jumlah pakan yang dikonsumsi ikan, semakin banyak pakan yang dikonsumsi maka kemungkinan kualitas air akan semakin memburuk karena disebabkan sisa pakan dan buangan metabolit ikan (Garno, 2014).

### **KESIMPULAN**

Dapat disimpulkan bahwa perlakuan bioremediasi dengan penambahan tanaman air pada penelitian selama 60 hari yaitu menghasilkan SR ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 100% dengan kepadatan 5 dan 15 tanaman. Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah

didapatkan hasil yaitu 86% dengan kepadatan 10 dan 15 tanaman. pada suhu ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 25–29°C dengan kepadatan 10 tanaman, Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 22,6 - 25,7°C dengan kepadatan 5 tanaman. pada DO diketahui bahwa rata-rata pH ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 7,33 mg/l dengan kepadatan 15 tanaman, Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 3,3 mg/l dengan kepadatan 10 tanaman. Dan pada amonia selama penelitian diketahui bahwa rata-rata Amonia ikan koi pada sistem akuaponik yang lebih tinggi yaitu 0,28 mg/l dengan kepadatan 5 tanaman, Sedangkan pada budidaya ikan koi yang terendah didapatkan hasil yaitu 0,04 mg/l dengan kepadatan 15 tanaman.

### **SARAN**

Berdasarkan penelitian Pemanfaatan tanaman air sebagai bioremediator limbah ikan koi pada system akuaponik, saran yang dapat diberikan yaitu diperlukan penelitian lebih lanjut dengan penamban jumlah tanaman yang berbeda dan tanaman air yang berbeda juga. Selain itu diperlukan penelitian lebih lanjut tentang cara atau metode untuk menganalisis tanaman tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustiyani M, Widiyanto T. 2014. Penggunaan bakteri nitrifikasi untuk bioremediasi dan pengaruhnya terhadap konsentrasi amonia dan nitrit di tambak udang. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 32 (2): 261-278. ISSN 0125-9830.
- Akhtar I. 2019. Fitoremediasi Sebagai Teknologi Alternatif Perbaikan Lingkungan. Universitas Bandung Raya.
- Anggreini NM, Abdulgani N. 2013. Pengaruh Pemberian Pakan Alami dan Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*) pada Skala Laboratorium. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol 2(1) : 197-201.
- Boyd CE. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Birmingham, Alabama: Birmingham Publishing Co.
- Ciji A, Akhtar MS. 2020. Nitrie implikasion and its management strategies in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 12(2), 878-908.
- Darlina M. 2012. Planktonologi. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Dauids PE, Cook LSJ. 2012. Catastrophic macroinvertebrate drift and sublethal effects on brown trout, *Salmo trutta*, caused by cypermethrin spraying on a Tasmanian stream. *Abstracts. Aquatic Toxicology*, 27, 201–224.
- Driver M. 2016. Monitoring water quality using benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters of Behzat stream in Turkey. *Polish J. of Environ. Stud.* 15 (5), p: 709–717.
- Ecolife S, Worapanne, Sorawit, Prasert. 2011. Optimal growth conditions and the cultivation of *Chaetoceros calcitrans* in airlift photobioreactor. *Chemical Engineering*. 105: 91-98.
- Van rijm. 2012. A bacteriocin of strain *Pediococcus* sp. ISK-1 isolated from human feces. *J. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 61(6): 1049-1051.
- Vijayarangan, Merah R, Rajesh K, Kanchana S, Arumugam M, Balasubramanian T. 2008. Investigation of antimicrobial and plasma coagulation property of some molluscan ink extracts: gastropods and cephalopods. *African Journal of Biochemistry Research* 5(1):14-21.
- Yuswantina. 2012. Akumulasi Logam Pb di Perairan Sungai Sail dengan Menggunakan Bioakumulator Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 15,1 (2010) : 39-49.
- Zidni A, Ardi A, Rosmiati. 2013. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) Menggunakan Kombinasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dengan Aliran Batch.
- Zilfa. 2012. Akumulasi Logam Pb di Perairan Sungai Sail dengan Menggunakan Bioakumulator Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 15,1 (2010) : 39-49