

PENGARUH PENGGUNAAN *Ipomoea aquatica* (KANGKUNG) PADA SISTEM CRS (*Close Resirculation System*) BUDIDAYA IKAN LELE DENGAN TEKNOLOGI FITOREMEDIASI

EFFECT OF THE USE OF Ipomoea aquatica (KALE) ON CRS SYSTEM (Close Resirculation System) CATFISH CULTIVATION WITH PHITOREMEDIATION TECHNOLOGY

Moch Saad^{1*}, Ika Purnamasari², Endah Sih Prihatini¹, Faisol Mas'ud¹

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Islam Lamongan Jl. Veteran No. 53 A Lamongan

² Program Studi Agrobisnis Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Islam Lamongan Jl. Veteran No. 53 A Lamongan

*Corresponding Author: muhammadsaad@unisla.ac.id

ABSTRAK

Akumulasi limbah tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang berpengaruh terhadap proses fisiologis, tingkah laku, pertumbuhan, dan mortalitas ikan. Teknologi budidaya yang ramah lingkungan dan hemat air sangat dibutuhkan. Salah satu upaya pengelolaan untuk meningkatkan kualitas air dan mengoptimalkan pemanfaatan limbah air budidaya adalah dengan sistem fitoremediasi secara resirkulasi tertutup. Salah satu upaya pengelolaan untuk meningkatkan kualitas air dan mengoptimalkan pemanfaatan limbah air budidaya adalah menggunakan sistem fitoremediasi dengan resirkulasi tertutup. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Ipomoea aquatica* (kangkung) pada sistem CRS (close resirculation system) budidaya ikan lele dengan teknologi fitoremediasi teknologi yang efektif dan efisien. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif untuk menguji perbandingan antara budidaya lele tradisional, menggunakan sirkulasi serta menggunakan teknologi *Ipomoea aquatica* (kangkung) dengan sistem CRS (close resirculation system) budidaya ikan lele. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juli 2021 di kelompok Pembudidaya Ikan “Lestari Makmur” di Desa Sambangan, Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan hasil uji coba teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (closed resirculation system) yang dibandingkan dengan tanpa menggunakan metode tersebut menunjukkan bahwa teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (Closed Resirculation System) memberikan hasil yang positif dan lebih baik dalam meningkatkan kualitas budidaya ikan lele. Ikan lele yang dipelihara menggunakan teknologi fitoremediasi memperlihatkan kualitas air yang relatif baik dibandingkan tanpa menggunakan teknologi fitoremediasi, pertambahan bobot juga terlihat menunjukkan pola peningkatan yang baik dengan tingkat kelulus hidupan yang lebih tinggi dengan rata-rata 97%.

Kata Kunci: Fitoremediasi, Sistem Resirkulasi Tertutup, Ikan Lele, Kangkung, Lamongan

ABSTRACT

*The accumulation of these wastes can cause a decrease in water quality which affects the physiological processes, behavior, growth, and mortality of fish. Cultivation technology that is environmentally friendly and saves water is urgently needed. One of the management efforts to improve water quality and optimize the utilization of aquaculture wastewater is a closed recirculation phytoremediation system. One of the management efforts to improve water quality and optimize the utilization of aquaculture wastewater is to use a closed recirculation phytoremediation system. The purpose of this study was to determine the effect of the use of *Ipomoea aquatica* (kangkung) on The CRS system (close recirculation system) for catfish*

farming using phytoremediation technology that is effective and efficient. The research method used is descriptive qualitative to examine the comparison between traditional catfish cultivation, using circulation and using Ipomoea aquatica (kangkung) technology with the CRS system (close recirculation system) for catfish farming. The research was carried out from May to July 2021 in the "Lestari Makmur" Fish Cultivator group in Sambangan Village, Babat District, Lamongan Regency, East Java Province. Based on the results of trials of phytoremediation technology using kale with a CRS system (closed recirculation system) compared to without using this method, it shows that phytoremediation technology using kale with a CRS system (closed recirculation system) provides positive and better results in improving the quality of catfish farming. . Catfish reared using phytoremediation technology showed relatively good water quality compared to without using phytoremediation technology, weight gain also showed a good pattern of improvement with a higher life pass rate with an average of 97%.

Keywords: Phytoremediation, Closed Recirculation System, Cat Fish, Kale, Lamongan

PENDAHULUAN

Budidaya ikan menghasilkan limbah padat dan cair yang pada umumnya air limbah akan dibuang ke sungai di sekitarnya. Budidaya ikan akan menghasilkan air limbah yang mengandung hara, dan bahan organik tersuspensi yang tinggi (Andriyeni, 2017). Air limbah kolam budidaya ikan akan mencemari perairan tersebut, terutama mempengaruhi kesadahan total, padatan terlarut total, padatan tersuspensi total, COD, BOD, DO, fosfat, nitrit, nitrat, dan ammonia total (Saremi *et al.*, 2013). Akumulasi limbah tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang berpengaruh terhadap proses fisiologis, tingkah laku, pertumbuhan, dan mortalitas ikan (Viella, 2013). Teknologi budidaya yang ramah lingkungan dan hemat air sangat dibutuhkan. Tang *et al.* (2009) menyebutkan teknologi berbasis akuakultur diperlukan untuk mengolah buangan hasil budidaya ikan karena penggunaan biofilter konvensional seperti terbukti tidak memberikan kemajuan yang berarti.

Fitoremediasi adalah salah satu teknologi yang layak diterapkan dalam budidaya perikanan air tawar dalam kolam sistem tertutup yang terbukti mampu menghemat lahan dan air. Lebih lanjut fitoremediasi selain hemat energi juga dapat memberikan andil dalam pemenuhan pangan yang sehat dengan menghasilkan ikan yang berkualitas prima (Nuryadi dkk, 2009). Menurut Diver (2005) menyebutkan bahwa sistem ini memanfaatkan simbiosis mutualisme antara tanaman dan ikan berdasarkan pada pemanfaatan buangan hasil metabolisme ikan oleh tanaman, penerapan sistem polikultur, efisiensi pemanfaatan air, penyediaan produk pangan organik dan peningkatan pendapatan. Dari beberapa penelitian membuktikan bahwa fitoremediasi dengan sistem tertutup pada budidaya ikan air tawar secara teknis lebih produktif, secara ekonomis lebih menguntungkan dan secara ekologis lebih dapat dipertanggungjawabkan dibanding sistem terbuka. Jika terjadi wabah penyakit pada budidaya ikan sistem tertutup, kemungkinan akan lebih mudah diatasi karena penyakit tidak

menyebarkan ke kolam lain. Sehingga kemungkinan terjadinya wabah penyakit yang lebih besar dapat lebih mudah dihindari dibanding dengan budidaya sistem terbuka (Nuryadi dkk, 2009).

Prinsip dari sistem resirkulasi adalah penggunaan kembali air hasil budidaya. Keuntungan sistem resirkulasi, yaitu dapat meminimalisir penggunaan air dan mereduksi bahan organik seperti amonia, nitrit, dan buffer pH (Effendi dkk, 2016). Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk menurunkan, mengekstrak atau menghilangkan senyawa organik dan anorganik dari limbah (Hadiyanto dan Christwardana, 2012). Keunggulan teknologi fitoremediasi dibandingkan dengan teknologi pengolahan limbah lain adalah proses dilakukan secara alami, biaya lebih rendah, reduksi bahan organik secara permanen, terjadi hubungan sinergi antara tanaman, organisme, dan lingkungan serta tidak memerlukan teknologi yang tinggi (Alberto and Sigua, 2013).

Tanaman air yang sering digunakan sebagai fitoremediator limbah adalah selada air (*Lactuca sativa* L), enceng gondok (*Eichornia crassipes*), kayu apu (*Pistia stratiotes*), kiambang (*Salvinia molesta*), dan kangkung (*Ipomoea aquatica*). Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan fitoremediasi adalah tumbuhan kangkung (*Ipomoea aquatica*). Kangkung dapat memanfaatkan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor untuk pertumbuhan. Selain dapat digunakan sebagai agen fitoremediator limbah, kangkung memiliki nilai ekonomi, yaitu juga dapat dipanen dan dikonsumsi.

Kangkung dapat memanfaatkan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor untuk pertumbuhan (Efendi dkk, 2015). Penelitian menggunakan kangkung sebagai agen fitoremediator limbah diantaranya telah dilakukan oleh Effendi dkk (2015), Lestari (2013), dan Indah dkk (2014).

Kurangnya pengetahuan dan keterampilan pembudidaya ikan tentang pengolahan hasil buangan limbah budidaya ikan lele, rendahnya kualitas dan pertumbuhan serta tingkat kelangsungan hidup ikan lele yang rendah akibat limbah bahan organik yang tidak terbuang hingga saat ini menjadi perhatian serius bagi para pembudidaya ikan lele. Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang di atas perlu dilakukan penelitian pengaruh penggunaan *Ipomoea aquatica* (kangkung) pada sistem CRS (close recirculation system) budidaya ikan lele dengan teknologi fitoremediasi teknologi yang efektif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2021. Penelitian dilaksanakan pada Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Lestari Makmur di Desa Sambangan, Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan, Propinsi Jawa Timur. Pengujian kualitas air dilakukan di Laboratorium Fakultas Perikanan Universitas Islam Lamongan.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap in time (RAL in time). Perlakuan yang

digunakan ada tiga, yaitu kontrol (Tradisional), Sirkulasi biasa serta menggunakan teknologi Fitoremediasi *Ipomoea aquatica* (kangkung) dengan sistem CRS (*close resirculation system*) dengan masing-masing tiga kali ulangan. Pengamatan kualitas air dilakukan setiap minggu dengan masa pemeliharaan 60 hari.

Cara Kerja

Persiapan Kolam Pemeliharaan

Kolam pemeliharaan ikan lele berukuran diameter 3 m dengan ketinggian 1 m sebanyak tiga unit. Kolam penelitian yang pertama tanpa perlakuan atau dipelihara secara tradisional, kolam kedua dipelihara dengan menggunakan aerasi, kolam ketiga dipelihara menggunakan menggunakan teknologi Fitoremediasi *Ipomoea aquatica* (kangkung) dengan sistem CRS (*close resirculation system*) pada kolam ini dilengkapi dengan timba filterisasi berdiameter 10 cm. Timba filterisasi air berisi bioball, arang aktif, pasir, zeolit, saringan, serta tanah yang digunakan untuk menanam kangkung pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Teknologi Fitoremediasi *Ipomoea aquatica* (kangkung) dengan sistem CRS (*close resirculation system*)

serta mengalirkan air ke bak pemeliharaan.

Fitoremediasi

Cara kerja sistem fitoremediasi pada penelitian sebagai berikut. Air limbah dari kolam pemeliharaan ikan dialirkan menggunakan mesin pompa melalui paralon ke timba yang telah ditanami kangkung (*Ipomoea aquatica*). Air yang telah diolah dialirkan kembali ke kolam pemeliharaan secara gravitasi dan seterusnya. Ikan lele (*Clarias sp.*) yang digunakan dalam penelitian berasal dari Instalasi Budidaya Air Tawar Merak-Urak Tuban dan diaklimatisasi selama satu hari di kolam. Sebanyak 1000 ekor diberikan pada setiap kolam pemeliharaan untuk setiap perlakuan dengan ukuran 4–5 cm. Penyemaian kangkung menggunakan metode fitoremediasi dilakukan setiap pagi dan sore hari. Sedangkan ikan lele setiap pagi dan sore dilakukan pemberian pakan berupa pelet dengan frekuensi 3-5% dari biomass. Secara lengkap teknologi fitoremediasi dapat dilihat

Analisis Data

Pengukuran kualitas air dilakukan pada awal sebelum perlakuan dan diukur seminggu sekali selama pemeliharaan. Paramater kualitas air yang diamati adalah suhu (thermometer), pH (pH meter), Amonia (Amonia Kit) (APHA, 2012).

Laju Pertumbuhan Bobot Harian
Rumus yang digunakan untuk menghitung laju pertumbuhan bobot harian menurut Effendie (2002).

$$LPBH = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{T}$$

Keterangan:

LPBH : Laju pertumbuhan bobot harian (g.hari-1)

W₀ : Rerata bobot ikan pada awal pemeliharaan (g)

W_t : Rerata bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g)

t : Waktu pemeliharaan (hari)

Rumus yang digunakan untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup menurut Effendie (2002).

$$\text{Kelangsungan Hidup (SR) (\%)} = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan :

N_t : Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

N₀ : Jumlah ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelompok Pembudidaya Ikan “Lestari Makmur” merupakan kelembagaan yang berfungsi sebagai organisasi pembudidaya ikan di Desa Sambangan. Salah satu tujuan didirikannya kelompok tersebut adalah sebagai wadah silaturahmi dan tukar pengalaman antar warga pembudidaya ikan khususnya tentang usaha budidaya ikan lele.

Secara umum kondisi usaha budidaya ikan lele di desa Sambangan masih jauh dari layak. Usaha ini masih bersifat sambilan dan dikelola secara tradisional. Banyak permasalahan yang ada diantaranya: minimnya kualitas SDM, kondisi kolam budidaya yang mudah rusak dan belum layak standar, pemilihan bibit lele yang

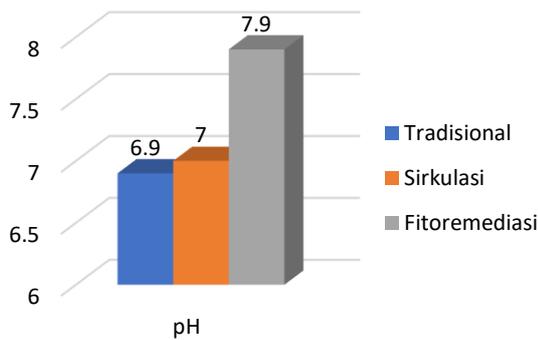
sering kali jelek, kesehatan ikan lele yang sering terganggu seperti banyaknya ekto-endo parasit, bakteri dan virus yang menyerang akibat buruknya pengelolaan kualitas air. Permasalahan tersebut menjadikan pembudidaya ikan cenderung merugi karena nilai kelulushidupan (*survival rate*) ikan yang rendah sehingga mengakibatkan nilai produksinya juga rendah.

Kualitas Air

Berdasarkan hasil uji coba teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (*closed resirculation system*) yang dibandingkan dengan tanpa menggunakan metode tersebut yang dilaksanakan di kelompok pembudidaya lele desa Sambangan, Kec. Babat Kab. Lamongan, menunjukkan bahwa teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (*closed resirculation system*) memberikan hasil yang positif dan lebih baik dalam meningkatkan kualitas budidaya ikan lele. Beberapa data kualitas yang diukur meliputi pH, Suhu, dan Amonia.

pH

Berdasarkan data rata-rata pH yang diukur selama 60 hari masa pemeliharaan dapat dilihat bahwa teknologi teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (*closed resirculation system*) menunjukkan hasil nilai pH yang relatif tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa teknologi fitoremediasi. Secara lengkap data pH selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



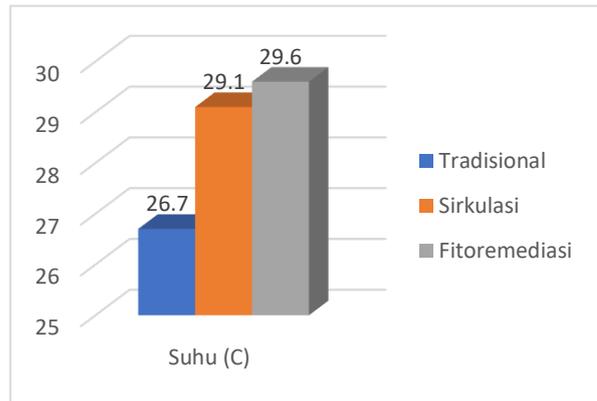
Gambar 2. Nilai rata-rata parameter pH pada tiap perlakuan selama masa pemeliharaan

Nilai derajat keasaman (pH) dari suatu perairan mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kehidupan suatu organisme. Perubahan derajat keasaman yang terlalu besar dan terjadi terus-menerus dapat memperlambat pertumbuhan bahkan dapat terjadi kematian. Nilai pH yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 6,9-7,9, kisaran tersebut masih berada dalam kisaran yang dapat mendukung kehidupan ikan lele. Hal ini sesuai dengan Badan Standardisasi Nasional (2009) bahwa pH yang optimum untuk pemeliharaan ikan lele di kolam berkisar antara 6,5-8,5. Akan tetapi apabila dilihat pada data parameter pH pada perlakuan tradisional didapatkan nilai pH yang relatif rendah dibandingkan perlakuan yang lain, hal ini dapat diasumsikan bahwa ada akumulasi bahan organik yang tinggi dan dapat meracuni perairan dan ikan lele tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Efendi (2003) yang menyatakan bahwa umumnya dekomposisi bahan organik akan tumbuh baik pada pH netral dan alkalis.

Suhu

Berdasarkan data rata-rata suhu yang diukur selama 60 hari masa pemeliharaan dapat dilihat bahwa teknologi teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (*closed resirculation system*) menunjukkan hasil nilai suhu yang relatif tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa teknologi fitoremediasi. Secara

lengkap data suhu selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada **Gambar 3.**

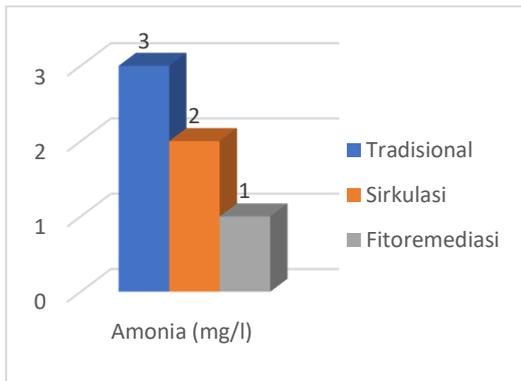


Gambar 3. Nilai rata-rata parameter suhu pada tiap perlakuan selama masa pemeliharaan

Salah satu parameter yang penting adalah suhu air kolam. Suhu air dapat mempengaruhi diantaranya tingkat viskositas dalam air, mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut dalam air, mempengaruhi konsumsi oksigen hewan air, mempengaruhi distribusi mineral air. Berdasarkan hasil pengamatan suhu terendah ada pada perlakuan tradisional dengan suhu 26⁰C . hal ini dapat diasumsikan bahwa suhu yang rendah menyebabkan kurangnya oksigen dalam perairan sehingga berdampak pada hasil budidaya lele. Hal ini sesuai dengan pendapat Susanti (2017) yang menyatakan bahwa pada kolam budidaya lele tebar padat, nilai toleransi suhu untuk pemeliharaan yang baik adalah berkisar 24⁰C hingga 29⁰C. Suhu yang terlalu rendah dapat mempengaruhi kemampuan organisme dalam mengikat oksigen sehingga menghambat pertumbuhan.

Amonia

Berdasarkan data rata-rata amonia yang diukur menggunakan amonia kit selama 60 hari masa pemeliharaan dapat dilihat bahwa teknologi teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (*closed resirculation system*) menunjukkan hasil nilai amonia yang relatif rendah



Gambar 4. Nilai rata-rata parameter amonia pada tiap perlakuan selama masa pemeliharaan

Amonia merupakan senyawa toksik yang dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan ikan (Levit, 2010). Pada kolam ikan yang dikelola dengan baik, amonia jarang terakumulasi menjadi konsentrasi yang mematikan. Namun amonia dapat memiliki apa yang disebut sebagai efek sub lethal (Hargreaves & Tucker, 2004), dimana konsentrasi yang lebih rendah mungkin tidak membunuh atau berdampak buruk terhadap ikan dalam waktu singkat, tetapi konsentrasi yang sama dapat membunuh atau merusak kehidupan air dalam jangka waktu yang lebih lama (Levit, 2010). Efek sub lethal amonia seperti menghambat pertumbuhan, konversi pakan yang buruk, mengurangi resistensi terhadap penyakit (Hargreaves & Tucker, 2004). Amonia beracun bagi ikan yang dibudidayakan secara komersil pada konsentrasi diatas 1.5 mg/l, bahkan pada beberapa kasus konsentrasi yang dapat diterima hanya 0.025 mg N/l (Chen, Ling, & Blancheton, 2006). Berdasarkan pendapat diatas dapat di asumsikan bahwa adanya teknologi fitoremediasi dapat menurunkan nilai amonia yang ada disuatu perairan. Fitoremediasi menggunakan tanaman dapat

dibandingkan dengan perlakuan tanpa teknologi fitoremediasi. Secara lengkap data amonia selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada **Gambar 4**.

meminimalisir penggunaan air dan mereduksi bahan organik seperti amonia, nitrit, dan buffer pH (Effendi dkk, 2016).

Laju Pertumbuhan Harian dan Tingkat Kelangsungan Hidup

Ikan lele yang dipelihara menggunakan teknologi fitoremediasi memperlihatkan kualitas air yang relatif baik dibandingkan tanpa menggunakan teknologi fitoremediasi, penambahan bobot juga terlihat menunjukkan pola peningkatan yang baik dengan tingkat kelulus hidupan yang lebih tinggi dengan rata-rata 97%. sebagaimana terlihat pada **Tabel 1**.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menangani masalah buangan di perairan adalah menggunakan sistem fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi (Juhaeti *et al.*, 2005). Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan air untuk menghilangkan kontaminan berbahaya dari lingkungan seperti logam berat, pestisida, xenobiotik, senyawa organik, polutan aromatik beracun dan drainase pertambangan yang asam (Hadiyanto dkk, 2012). Berdasarkan **Tabel 1**. terlihat bahwa jumlah ikan hidup terendah teramati pada perlakuan tradisional atau yang tanpa perlakuan. Sementara itu, kolam dengan teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung memiliki kelangsungan hidup tertinggi mencapai 97%. Hal ini sesuai dengan pendapat

Tabel 1. Hasil penggunaan teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (*closed resirculation system*)

Parameter	Metode Pemeliharaan			Keterangan
	Tradisional	Sirkulasi	Fitoremediasi	
	7,4	8,6	10,4	Ikan yang dipelihara adalah ikan lele dengan ukuran tebar 4-6 cm
Bobot (g/hari)				Jumlah ikan 1,000 ekor per kolam Pakan yang diberikan pakan buatan komersial pabrik

Efendi (2016) yang mengatakan kelangsungan hidup ikan lele turut dipengaruhi oleh kualitas air kolam. Kehadiran tumbuhan air seperti kangkung dapat meningkatkan kualitas air sehingga tingkat kelangsungan hidup ikan lele meningkat.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil uji coba teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (*closed resirculation system*) yang dibandingkan dengan tanpa menggunakan metode tersebut menunjukkan bahwa teknologi fitoremediasi menggunakan kangkung dengan sistem CRS (*closed resirculation system*) memberikan hasil yang positif dan lebih baik dalam meningkatkan kualitas budidaya ikan lele. Ikan lele yang dipelihara menggunakan teknologi fitoremediasi memperlihatkan kualitas air yang relatif baik dibandingkan tanpa menggunakan teknologi fitoremediasi, penambahan bobot juga terlihat

menunjukkan pola peningkatan yang baik dengan tingkat kelulus hidupan yang lebih tinggi dengan rata-rata 97%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kemendikbud-Ristek atas pendanaan kegiatan PKM tahun anggaran 2021 dan Rektor melalui Ketua Litbang Pemas Universitas Islam Lamongan atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan PKM.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyeni, Firman, Nurseha dan Zulkhasyni. 2017. Studi Potensi Hara Makro Air Limbah Budidaya Lele Sebagai Bahan Baku Pupuk Organik. *Jurnal AGROQUA*. Vol. 15(1):71-75.
- APHA (American Public Health Assosiation). 2012. Standard method for theexamination of water and waste water. Water Pollution Control Federation. Port City (US): APHA.

- Chen, S., Ling, J., & Blancheton, J.P. 2006. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. *Aquaculture Engineering*, 34, 179-197.
- Ciptanto S. 2010. Top 10 ikan air tawar, panduan lengkap pembesaran secara organik di kolam airterpal, karamba, dan jala apung. Yogyakarta: Lyly Publisher.
- Effendie M.I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta.
- Effendi, H., 2003, Telah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan, Kanisius, Yogyakarta.
- Effendi, H., Utomo, B.A., Darmawangsa, G.M., Karo, R.E.K. 2016. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp.) dengan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) dalam resirkulasi. *Ecolab* Vol. 9 No.: 47 – 104.
- Hadiyanto, Christwardana M. 2012. Aplikasi fitoremediasi limbah jamu dan Pemanfaatannya untuk produksi protein. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 10(1):32-37.
- Hargreave, J.A., & Tucker C.S. 2004. Managing ammonia in fish pond. SRAC Publication 4603. Louisiana State University Agricultural Center Mississippi State University.
- Juhaeti T, Syarif F, Hidayati N. 2005. Inventarisasi tumbuhan potensial untuk fitoremediasi lahan dan air terdegradasi penambangan emas. *Jurnal Biodiversitas* 6: 31–33.
- Levit, S.M. 2010. A Literature Review of Effects of Amonia on Fish. The Nature Conservancy, Center for Science in Public Participation, Bozeman, Montana.
- Nuryadi, Sutrisno, D. Puspaningsih. 2009. Fitoremediasi Kolam Pemeliharaan Ikan Dengan Memanfaatkan Sayuran. *Media Akuakultur* Vol. 4 (1): 50-53.
- Paz-Alberto AM, Sigua GC. 2013. Phytoremediation: a green technology to remove enviromental pollutants. *American Journal of Climate Change*. 2:71-86.
- Saremi, A., Saremi, K., Saremi, A., Sadeghi, M. & Sedghi, H. 2013. The effect of aquaculture effluents on water quality parameters of Haraz River. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 12(2) 445-453
- Setijaningsih, L. dan Suryaningrum, L.H. 2015. Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias batrachus*) Untuk Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dengan Sistem Resirkulasi [Utilization of Catfish (*Clarias batrachus*) Waste By Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Recirculation System]. *Berita Biologi* Vol. 14(3).
- Sikawa DC, Yakupiyiyage A. 2010. The hydroponic production of lettuce (*Lactuca sativa* l) by using hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* x *c.gariaphinus*) pond water: potentials and constraints. *Agriculture Water Management*. 97:1317-1325.
- Susanti, L. 2017. Sistem Otomasi Pengendalian Suhu Air Kolam Budidaya Lele Tebar Padat. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 94 hal.
- Tang X, S Huang, ON Chiu and J Li. 2009. Enhancement of Nitrogen and Phosphorus Removal in Pilot-Scale Vertical Subsurface Flow-Constructed Wetlands Using Polypropylene Pellets. *Journal*

April, 2022

Jurnal Grouper, Vol 13 (1) : 8-17
P-ISSN 2086 – 8480 / E-ISSN 2716-2702

Environmental Engineering Science
26(3), 210 – 215.

Viella S. 2003. Manual On Effluent
Treatment in Aquaculture: Science
and Practic. *Aquaetreat*.