



Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dengan Menggunakan Kiambang (*Salvinia molesta*) Dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Phytoremediation of Catfish (*Clarias gariepinus*) Aquaculture Waste Using Giant Salvinia (*Salvinia molesta*) And Water Lettuce (*Pistia stratiotes*)

Linda Wulandari^{1*}, Ibi Fatimah², Tutwuri Handayani¹, Yulintine¹, dan Maryani¹

1) Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UPR

2) Mahasiswa Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UPR

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 15 Mei 2023

Disetujui: 01 Oktober 2023

Keywords:

Catfish Aquaculture Waste, Giant salvinia, Water lettuce, Phytoremediation

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of knowing the ability of giant salvinia (*Salvinia molesta*) and water lettuce (*Pistia stratiotes*) aquatic plants to improve the quality of catfish (*Clarias gariepinus*) aquaculture wastewater with parameters of temperature, acidity (pH), dissolved oxygen (DO), ammonia and organic matter. This research was conducted for 20 days and used a Randomized Block Design (RBD), with observation and sampling time on days: 0, 5, 10, 15, and 20, treatment K as control (without aquatic plants), giant salvinia (KI) and water lettuce (KA). The results showed that the phytoremediation process using aquatic plants, water lettuce, and giant salvinia, had a significant effect on improving the quality of wastewater from catfish aquaculture waste. Water lettuce was able to reduce ammonia levels by 97.81% and organic matter by 33.19%, while giant salvinia was able to reduce ammonia levels by 97.23% and organic matter by 20.00%. This shows that in improving the quality of catfish aquaculture waste, water lettuce (*Pistia stratiotes*) is more effective than giant salvinia.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan usaha perikanan budidaya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) di lingkungan masyarakat semakin pesat, karena ikan lele merupakan jenis ikan yang mudah dibudidayakan dan

memiliki nilai ekonomis. Akan tetapi kegiatan budidaya ikan lele dapat menghasilkan limbah yang berasal dari feses ikan dan sisa pakan ikan yang memiliki kandungan protein yang tinggi. Protein tersebut diuraikan menjadi polipeptida, asam amino dan ammonia sebagai produk akhir. Di dalam air ammonia terdapat dalam dua bentuk, yaitu NH_4^+ atau biasa disebut *Ionized Ammonia* (IA), yang kurang beracun dan NH_3 atau *Unionized Ammonia* (UIA) yang beracun (Kordi & Ghufro, 2012), sehingga hal tersebut dapat menyebabkan kualitas air menurun dan dapat mengganggu pertumbuhan ikan.

Umumnya cara yang biasa dilakukan oleh pembudidaya lele untuk mengatasi air limbah kolam yang tercemar agar tidak berbahaya yaitu dengan pergantian air secara periodik. Akan tetapi cara ini sangat membutuhkan air dalam jumlah besar untuk proses budidaya sehingga akan menjadi masalah saat musim kemarau atau pada daerah yang memiliki air sangat terbatas. Selain itu air limbah kolam yang dibuang tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu berpotensi untuk mencemari lingkungan. Effendi *et al.* (2016), menyatakan salah satu alternatif untuk memperbaiki kualitas air limbah yaitu dengan cara fitoremediasi. Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tumbuhan air untuk menurunkan, mengekstrak atau menghilangkan senyawa anorganik dan organik dari air limbah. Fitoremediasi mudah digunakan karena agen fitoremediasi mudah ditemukan di lingkungan sekitar dan biaya yang relatif rendah. Tumbuhan kiambang dapat dimanfaatkan untuk penyerapan bahan organik pada air limbah dan dapat menurunkan kadar bahan organik sebesar 29,35% (Astuti & Indriatmoko, 2018), serta menurunkan konsentrasi ammonia dari konsentrasi awal sebesar 0,039 mg/l kemudian terjadi penurunan pada perlakuan variasi jumlah tumbuhan 0, 10 dan 20 masing-masing menjadi 0,019 mg/l, 0,033 mg/l dan 0,029 mg/l (Hibatullah, 2019).

Tumbuhan kayu apu berpotensi sebagai agen fitoremediasi karena memiliki kemampuan dalam mengolah limbah anorganik dan organik (Raissa & Tangahu, 2017). Penggunaan tumbuhan kayu apu sebagai biofilter pada limbah cair penyamakan kulit dapat menurunkan kadar pH mencapai 39,25% dan menaikkan DO mencapai 74,41% (Mustaniroh & Wignyanto, 2012). Lebih lanjut penggunaan kayu apu juga dapat menurunkan konsentrasi bahan organik pada limbah pengolahan hasil perikanan sebesar 31,1-45,8% (Ni'ma & Widyorini, 2014), dan proses fitoremediasi dengan menggunakan kayu apu sebanyak 45 gram dapat menurunkan konsentrasi ammonia sebesar 0,006 mg/l (Nirmala *et al.*, 2016).

Berdasarkan penelitian Toepak *et al.* (2020), proses fitoremediasi menggunakan tumbuhan kayu apu terbukti dapat memperbaiki kualitas air pada kolam ikan lele. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan tumbuhan air kiambang (*Salvinia molesta*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam memperbaiki kualitas air limbah budidaya lele dumbo (*Clarias gariepinus*).

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian ini bertempat di Jalan Yos Sudarso V No. 107 Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya Kalimantan Tengah. Penelitian ini berlangsung pada tanggal 22 Februari – 12 Maret 2021, sebanyak 5 kali sampling dengan selang waktu 5 hari.

Bahan dan Alat

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diperinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian

Alat dan Bahan	Jumlah	Keterangan
Baskom 30 L	3 buah	Wadah perlakuan
Botol sampel 330 mL	3 buah	Wadah sampel
DO meter	1 buah	Alat untuk mengukur kadar oksigen terlarut dalam air
Spektrofotometer	1 buah	Alat untuk mengukur kadar amoniak dalam air
Titrimetri	1 buah	Alat untuk mengukur kadar bahan organik dalam air
Termometer	1 buah	Alat untuk mengukur temperatur air
pH meter	1 buah	Alat untuk mengukur pH air
Air limbah budidaya lele	75 liter	Sebagai media perlakuan
Kiambang dan kayu apu	Coverage 25%	Sebagai agen fitoremediasi

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yang meliputi persiapan tempat, pengisian air limbah, aklimatisasi tumbuhan air, pengukuran nilai parameter fisika-kimia dan persentase luas tutupan (*coverage*) tumbuhan air kiambang dan kayu apu, dan rancangan percobaan serta analisis data.

Persiapan tempat penelitian yaitu dengan membuat gazebo dari kayu dan menggunakan atap yang berbahan fiber dan dilapisi dengan paranet. Hal ini dilakukan agar perlakuan tidak terkena air hujan dan agar mendapatkan sinar matahari yang cukup.

Tumbuhan air yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kiambang (*Salvinia molesta*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes*). Sebelum tumbuhan air dimasukkan ke dalam baskom, tumbuhan air dibersihkan terlebih dahulu menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada akar, kemudian tumbuhan air diaklimatisasi terlebih dahulu selama 1 hari di dalam baskom dengan menggunakan air bersih (Oktavia *et al.*, 2016). Tujuan proses aklimatisasi adalah agar tanaman uji dapat tumbuh dengan stabil tidak mengalami kematian dengan kondisi air yang terkontaminasi oleh bahan pencemar. Sehingga fitoremediasi dapat berlangsung secara maksimal (Arisusanti & Purwani, 2013). Tumbuhan air yang memiliki kualitas baik akan dimasukkan ke dalam masing-masing baskom dengan luas total penutupan tumbuhan awal 25% dari luas permukaan baskom.

Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari kolam atau bak budidaya lele dumbo (*Clarias gariepinus*) di Jalan Yos Sudarso V No. 107 Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya Kalimantan Tengah. Air limbah dimasukkan ke dalam baskom, tiap-tiap baskom berisi 25 liter air limbah.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK), waktu pengamatan sebagai kelompok. Jenis tumbuhan yaitu kiambang (KI), kayu apu (KA) dan kontrol (K) atau tanpa adanya tumbuhan air sebagai perlakuan (*variable factor*), sedangkan ammonia, dan bahan organik

sebagai amatan (*variable respon*). Lebih lanjut untuk menguji atau mengetahui tumbuhan air mana yang signifikan dalam mempengaruhi kualitas air limbah budidaya lele untuk parameter utama, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur BNJ (Tukey's test). Analisis statistik dengan menggunakan program SPSS 20.

Pengambilan dan pengukuran sampel dilakukan sebanyak 5 kali yaitu pada hari ke 0, 5, 10, 15, dan 20 pada tiap-tiap baskom. Pengukuran parameter utama secara ex-situ yaitu pengukuran ammonia dan bahan organik dengan mengambil air sampel sebanyak 330 ml yang dianalisis di Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Provinsi Kalimantan Tengah, Jalan Let. Jend. Suprpto No. 1 Kota Palangka Raya. Sedangkan parameter pendukung secara in-situ yaitu pengukuran suhu, pH dan oksigen terlarut (DO).

Untuk mengetahui perubahan nilai parameter utama respon ammonia, dan bahan organik sebagai nilai yang diamati (Astuti & Indriamoko, 2018), dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ perubahan} = \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}})}{C_{\text{awal}}} \times 100$$

Keterangan:

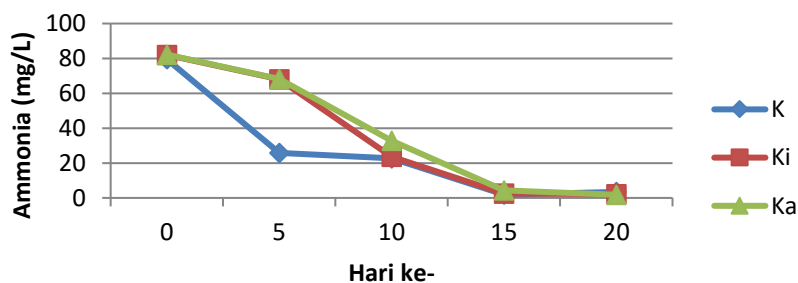
C_{awal} : konsentrasi awal sebelum perlakuan

C_{akhir} : konsentrasi akhir sesudah perlakuan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ammonia

Hasil pengukuran konsentrasi ammonia pada saat pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1. Pada perlakuan kontrol (K) tanpa tumbuhan air nilai ammonia mengalami penurunan secara berturut-turut dari hari ke-0, 5, 10, dan 15 dengan nilai 79,5 mg/L, 25,9 mg/L, 22,7 mg/L, 1,9 mg/L dan mengalami peningkatan pada hari ke-20 yaitu 3,4 mg/L. Pada perlakuan kiambang (KI) nilai kadar ammonia mengalami penurunan secara terus menerus dari hari ke-0, sampai hari ke-20 dengan nilai 82 mg/L, 68 mg/L, 23,6 mg/L, 2,5 mg/L dan 2,2 mg/L. Sedangkan perlakuan kayu apu (KA) nilai kadar ammonia mengalami penurunan mulai dari hari ke-0 sampai hari ke-20 dengan nilai 82,2 mg/L, 68,2 mg/L, 32,8 mg/L, 4,3 mg/L, hingga 1,8 mg/L.



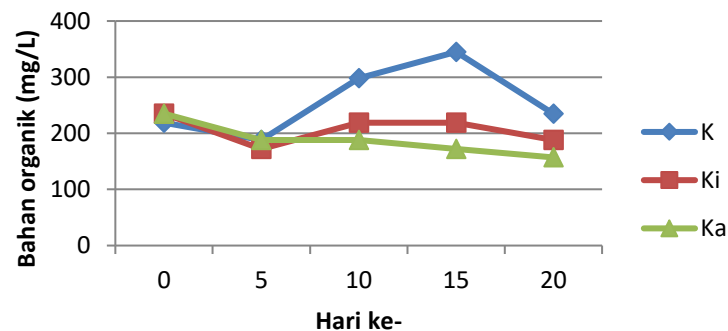
Gambar 1. Kandungan Ammonia Limbah Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diberi perlakuan Kiambang (KI) dan Kayu Apu (KA)

Selama penelitian kandungan ammonia mengalami penurunan. Hal ini diduga karena adanya proses

kerja sama oleh bakteri dan tumbuhan air kiambang dan kayu yang berhasil merombak kandungan ammonia menjadi nitrat dan nitrit yang dapat dimanfaatkan akan oleh tumbuhan air tersebut melalui proses fitoremediasi oleh akar tumbuhan air (Buzby & Lian 2014), dan adanya pengaruh dari luas penutupan tumbuhan air terhadap penyerapan kandungan ammonia. Sesuai dengan pendapat Brune *et al.* (2003), penurunan kadar ammonia terjadi karena adanya pemanfaatan ammonia oleh proses heterotrofik biosintesis bakteri yang menghasilkan biomassa bakteri dan proses kemoautotrofik nitrifikasi yang menghasilkan senyawa nitrit yang selanjutnya diubah menjadi nitrat. Selain itu menurut Trisna *et al.* (2013), bakteri fotosintesis akan memanfaatkan kandungan ammonia untuk proses dekomposisi bahan organik dan pertumbuhannya. Sesuai pendapat Bhatnagar & Devi (2013), konsentrasi optimum ammonia untuk pertumbuhan ikan lele adalah $< 0,00025$.

Bahan Organik

Nilai bahan organik pada perlakuan kontrol cenderung berfluktuasi dari hari ke-0 sampai hari ke- 20 dengan nilai 219 mg/l, 188 mg/l, 298 mg/l, 345 mg/l, dan 235 mg/l (Gambar 2).

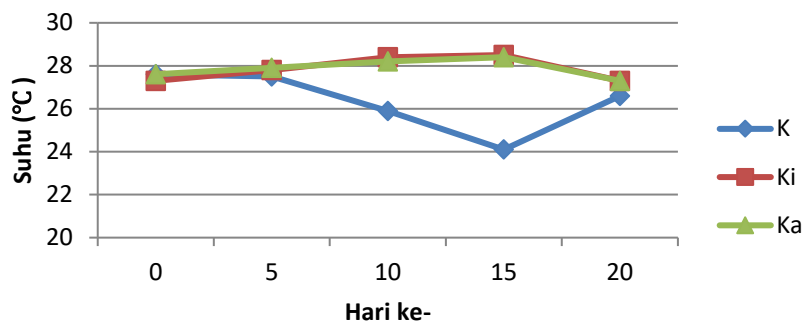


Gambar 2. Kandungan Bahan Organik Limbah Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diberi perlakuan Kiambang (KI) dan Kayu Apu (KA)

Pada perlakuan kiambang (KI) nilai bahan organik mengalami penurunan secara terus menerus dari hari ke-0 sampai ke- 20 dengan nilai 235 mg/l, 172 mg/l, 219 mg/l, 219 mg/l hingga 188 mg/l. Pada perlakuan kayu apu (KA) masih sama dengan perlakuan kiambang mengalami penurunan dari hari ke-0 sampai hari ke-20 dengan nilai 235 mg/l, 188 mg/l, 188 mg/l, 172 mg/l, dan 157 mg/l. Hal ini diduga penurunan bahan organik pada air limbah disebabkan oleh adanya kerjasama antara tumbuhan air dan mikroorganisme yang berlangsung secara optimal dan pengaruh dari luas penutupan atau kepadatan tumbuhan air. Sesuai pendapat Suriawiria (2003), tumbuhan kayu apu dan kiambang mampu beradaptasi dengan baik yang menunjukkan dengan menurunnya kandungan bahan organik dan munculnya tunas-tunas baru yang berasal dari stolonnya. Penyerapan bahan organik pada tanaman juga diduga dipengaruhi oleh adanya mikroba *rhizosfera* yang terdapat pada akar tumbuhan air yang mampu menguraikan bahan organik maupun anorganik. Selain itu bahan organik yang telah dirombak melalui proses *rhizodegradasi* maupun *fitodegradasi* akan di translokasikan menuju bagian daun (Mangkoedihardjo & Samudro, 2010).

Suhu

Nilai parameter suhu berfluktuasi pada saat pengamatan, kisaran 24-28°C dengan rata-rata 27,3°C (Gambar 3).

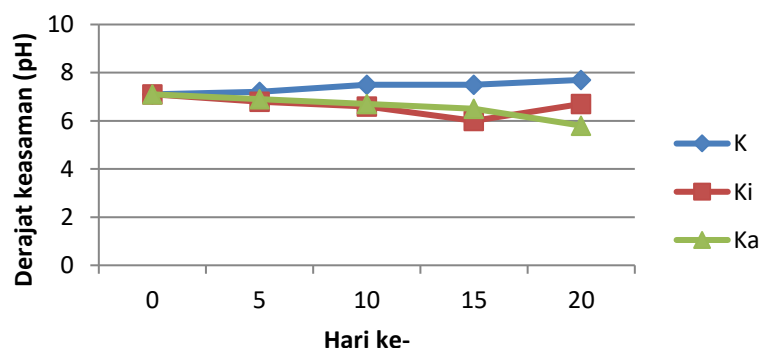


Gambar 3. Suhu limbah Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diberi perlakuan Kiambang (KI) dan Kayu Apu (KA)

Suhu tersebut sudah cukup ideal untuk pengolahan air limbah budidaya dengan memanfaatkan tumbuhan air dan adanya kerjasama oleh mikroorganisme. Tumbuhan air dapat melakukan fotosintesis secara optimal dan mikroorganisme dapat berkembangbiak dengan baik pada kisaran suhu tersebut. Menurut Widjaja (2004), suhu optimal untuk fotosintesis tumbuhan air berkisar antara 25-30°C. Sesuai dengan pendapat Amri & Khairuman, (2008), suhu optimum untuk pertumbuhan ikan lele dumbo yaitu kisaran 23-29°C dan kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan mikroorganisme di perairan yaitu berkisar antara 20 - 30°C. Dalam penelitian Oktavia *et al.* (2016), menyatakan bahwa batas normal suhu untuk tumbuhan berkembangbiak yaitu pada suhu berkisar antara 10 - 35°C.

pH

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan menunjukkan bahwa nilai derajat keasaman berkisar antara 5,8- 7,7 dengan nilai rata-rata 6,8 untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.



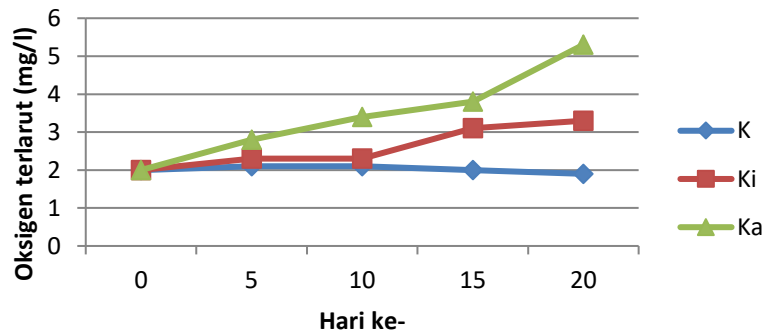
Gambar 4. pH limbah Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diberi perlakuan Kiambang (KI) dan Kayu Apu (KA)

Nilai parameter tersebut sudah cukup optimal. Sesuai pendapat Saputra *et al.* (2016), kisaran nilai pH 5,45 – 6,95 sangat mendukung pertumbuhan tumbuhan air dan mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik. Nilai pH yang terlalu tinggi (> 9) akan menghambat aktivitas mikroorganisme. Mangkoediharjo & Samudro (2010), menyatakan bahwa kisaran pH 3,5-10 tumbuhan air dapat tumbuh dengan baik. Proses oksidasi bahan organik dapat berlangsung secara optimal dengan kisaran pH 7-8 karena bakteri nitrifikasi dapat tumbuh dengan optimum (Karo *et al.*, 2015). Sesuai pendapat Effendi *et al.* (2016) tumbuhan dapat tumbuh dengan baik pada pH 5,5-7

karena proses penyerapan unsur hara dari air dapat berlangsung dengan baik. Menurut Sunarma (2004), budidaya ikan lele paling baik dilakukan pada pH air kisaran 6-9.

Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (DO) merupakan salah satu parameter yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan ikan serta bagi bakteri nitrifikasi yang bermanfaat untuk mengubah air limbah ikan budidaya menjadi nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan air. Nilai parameter DO pada saat pengamatan berkisar antara 2,0 - 5,3 mg/l dengan rata-rata 2,6 mg/l (Gambar 5).



Gambar 5. DO limbah Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diberi perlakuan Kiambang (KI) dan Kayu Apu (KA)

Nilai DO tersebut sudah cukup optimal. Menurut Fitria *et al.* (2008), nilai DO >2.0 mg/l cukup ideal untuk proses dekomposisi bahan organik oleh tumbuhan air dan mikroorganisme berlangsung secara optimal. Sesuai dengan pendapat Effendi *et al.* (2016) menyatakan bahwa konsentrasi oksigen yang baik untuk respirasi akar yaitu 2,5 mg/l. dan apabila konsentrasi oksigen di bawah 0,16 mg/l dapat menyebabkan akar dan daun tumbuhan menjadi layu, dan konsentrasi oksigen untuk tumbuhan air yaitu 2,5 mg/l. Sedangkan menurut Murhananto (2002), menyatakan bahwa kandungan oksigen terlarut yang baik bagi kehidupan lele dumbo di perairan adalah 4.0 mg/l. Fachrurozi *et al.* (2010), menyatakan semakin banyak tumbuhan air maka semakin banyak bahan organik yang terserap, semakin sedikit bahan organik yang didegradasi oleh mikroorganisme maka kandungan oksigen terlarut dalam air semakin meningkat.

Kemampuan Fitoremediasi Tumbuhan Air

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa proses fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan kiambang (*Salvinia molesta*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes*) dimana kedua jenis tumbuhan air tersebut memberikan kemampuan yang berbeda dalam memperbaiki kualitas air limbah budidaya lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan parameter utama ammonia dan bahan organik. Kemampuan proses fitoremediasi dapat dilihat dari menurunnya kandungan ammonia dan bahan organik serta didukung dengan nilai parameter suhu, pH, dan DO yang optimal selama masa pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa fitoremediasi pada penelitian ini telah mampu memperbaiki kualitas air pada limbah budidaya lele dumbo. Terlihat dari perbedaan nilai kualitas air limbah budidaya sebelum dan sesudah adanya pengolahan air dengan proses fitoremediasi.

Luas Penutupan (Coverage) Tumbuhan Air

Berdasarkan hasil pengamatan tumbuhan kiambang dan kayu apu pada hari ke-0 luas penutupan awal tumbuhan air yang digunakan sebesar 25% dan mengalami peningkatan luas penutupan sampai hari ke-20 hingga mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa perkembanganbiakan tumbuhan air dipengaruhi oleh adanya kerjasama antara mikroorganisme dengan tumbuhan yang berlangsung dengan secara optimal. Brower *et al.* (1990), menyatakan bahwa luas penutupan yang mencapai > 75% dapat dikatakan luas penutupan yang sangat rapat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa proses fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan air kiambang (*Salvinia molesta*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes*) berpengaruh nyata dalam memperbaiki kualitas air limbah budidaya lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Kemampuan tumbuhan kayu apu lebih efektif dari kiambang dalam menurunkan kadar ammonia dan bahan organik yaitu kadar ammonia sebesar 97.81%, dan bahan organik sebesar 33.19%, sedangkan kiambang mampu menurunkan kadar ammonia sebesar 97.32% dan bahan organik 20.00%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. & Khairuman, A. (2008). *Budidaya Ikan Nila Secara Intesif*. Jakarta, Agromedia Pustaka.
- Arisusanti, R.J & Purwani, K.I. (2013). Pengaruh Mikoriza *Glomus Fasciculatum* Terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tanaman *Dahlia pinnata*. *Jurnal Sains & Seni* 2(2):24-6.
- Astuti, L. P. & Indriatmoko. (2018). Kemampuan Beberapa Tumbuhan Air dalam Menurunkan Pencemaran Bahan Organik dan Fosfat untuk Memperbaiki Kualitas Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(18):9-14.
- Bhatnagar, & Devi, P. (2013). Water Quality Guidelines for the Management in Pond Fish Culture. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(6):1980-2009.
- Brower, J. E., Zar, J. H. & Von Ende, C.N. (1990). *Field and Laboratory Methods for General Ecology Third Edition*. USA, New York. Brown Publisher.
- Brune, D. E., Schwartz, E., Eversole, A.G., Collier, J.A & Schwadler, T.E. (2003). Intensification of Pond Aquaculture and High Rate Photosynthetic Systems. *Aquaculture Engineering. Aquacultural Engineering*, 28(1-2):65-86.
- Buzby, K.M, Lian. & Shin, L. (2014). Scaling Aquaphonic Systems: Balancing Plant Uptake with Fsh Output. *Aquaculture Engineering*, 63:39-44.
- Effendi, H., Utomo, B. A. Darmawangsa, G. M. & Sulaeman, N. (2016). Fitoremediasi Limbah Budiadaya Ikan Lele (*Clarias sp*) dengan Kangkung (*Ipomea aquatic*) dan Pakcoy (*Brassica rapa cbinensis*) dalam Sistem Resirkulasi. *Ecolab*, 9(2):80-92.
- Fachrurozi, M. Listiatie B. U. & Suryani, D. (2010). Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia Stratiotes L.* Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 4(1):1-16.
- Fitria, Y., Ibrahim, B & Desniar. (2008). Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan EM₄ Akuatik-*Jurnal Sumbernadaya Perairan* 1(2):23-26.
- Hibatullah, H.F (2019). Fitoremediasi Limbah Domestik (Grey Water) menggunakan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) dengan Sistem Batch. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Kordi, M. G & Ghufro, M (2012). *Kiat Sukses Pembesaran Lele Unggul*. Yogyakarta, Penerbit Andi.

- Mangkoedihardjo, S & G. Samudro. (2010). *Fitoteknologi Terapan*. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Murhananto. (2002). *Pembesaran Lele Dumbo di Pekarangan*. Tangerang, PT. Agromedia Pustaka.
- Mustaniroh, S.A & Wignyanto, W. (2012). Decreasing Effectiveness of Organic and Inorganic Material in Liquid Waste of Leather Tanning by Using Water Lettuce (*Pistia stratiotes*) as Biofilter. *Jurnal Teknologi Pertanian* 10(1):10-18.
- Ni'ma, N & Widyorini, N. (2014). Kemampuan Apu-apu (*Pistia* sp.) sebagai Bioremediator Limbah Pabrik Pengolahan Hasol Perikanan (Skala Laboratorium) *Jurnal Managemnt of Aquatic Resources* 3(4):257-264.
- Nirmala, K., Wardani, S, Hastuti, Y.P & Nursallam, W. (2016). Penentuan Bobot Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) sebagai Fitoremediator dalam Pendederan Ikan Gurami lac Ukuran 3 cm. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 15(2):180-188.
- Oktavia, Z., Budiyono, Dewanti, N. A. Y. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) Terhadap Kadar Cadmium (Cd) Pada Limbah Cair Home Industry Batik "X" Malang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 4(5):238-245.
- Raissa, D.G & Tangahu, B. (2017). Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) *Jurnal Teknik ITS* 6(2):233-237.
- Saputra, A. D., Haerudin, H & Widyorini, N. (2016). Efektivitas Kombinasi Mikroorganisme Dan Tumbuhan Air *Lemna Minor* sebagai Bioremediator dalam Mereduksi Senyawa Amoniak, Nitrit, dan Nitrat pada Limbah Pencucian Ikan. *Journal Management of Aquatic Resources* 5(3):80-89.
- Sunarna, A. (2004). Peningkatan Produktifitas Usaha Lele Sangkuriang (*Clarias* sp). Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan. Budidaya, Balai Budidaya Air Tawar Sukabumi.
- Suriawiria, U. (2003). *Mikrobiologi Air Dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*. Bandung. PT. Alumni.
- Toepak, E.P., Tambunan, J., Febrianto, Y., Purwanto, F & Tukan, D.N. (2020). Pengaruh Fitoremediasi Kangkung (*Ipomea aquatica*), Apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Kualitas Air Kolam Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp.) *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 2(1)25-28.
- Trisna, D. E., Sasanti, A. D. & Muslim. (2013). Populasi Bakteri, Kualitas Air Media Pemeliharaan dan Histologi Benih Ikan Gabus (*Channa Striata*) yang Diberi Pakan Berprobiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 1(1):90-102.
- Widjaja, F. (2004). *Tumbuhan Air*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.