

MANAJEMEN KUALITAS MEDIA AIR BUDIDAYA IKAN LELE DENGAN METODE BIOFLOK PADA KOLAM TERPAL

Vera Viena¹, Teuku Mia Rahmiati², Saisa³, Mujiburrahman⁴, Fahmi⁵, Affan
Maulana Ghiffari⁶, M. Rizky Asy'ary⁷

¹Prodi. Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah

²Prodi. Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Serambi Mekkah

³Prodi. Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah

⁴Prodi. Pendidikan Sejarah Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan Universitas
Serambi Mekkah

^{5 6 7}Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) Muda Mandiri Sentra Budidaya Ikan
Lele Desa Lam Ara Kecamatan Banda Raya, Aceh
Email: mujiburrahman@serambimekkah.ac.id

ABSTRAK

Budidaya ikan lele secara intensif menyebabkan menurunnya kualitas air media budidaya, antara lain menurunnya kandungan oksigen terlarut dan meningkatnya kandungan limbah, khususnya nitrogen organik. Aplikasi teknologi bioflok dilakukan oleh Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) Muda Mandiri untuk mengelola kegiatan budidaya ikan lele di Desa Lam Ara Kec. Banda Raya Kota Banda Aceh menggunakan bioflok pada media budidaya. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan pertumbuhan ikan lele yang dipelihara menggunakan media budidaya sistem Bioflok dan non-Bioflok. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lele dengan varietas Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) berukuran 7-8 cm sebanyak 2.000 ekor pada 8 wadah berbeda. Pengamatan dilakukan pada hari penebaran sampai dengan pemanenan. Parameter pertumbuhan yang diamati adalah panjang dan bobot ikan. Parameter lingkungan yang diamati adalah suhu air, oksigen terlarut dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan peningkatan panjang dan bobot tubuh ikan lele pada media budidaya aplikasi bioflok dan non bioflok, serta mengindikasikan bahwa penerapan metode bioflok dapat meningkatkan produktivitas kolam terpal. Media pemeliharaan yang mengaplikasikan teknik bioflok menunjukkan kondisi yang lebih baik dan ideal untuk budidaya lele.

Kata Kunci: *bioflok, ikan lele, kolam terpal, kualitas air*

ABSTRACT

*Intensive catfish farming can cause a decrease in the water quality of the culture media, including decreasing dissolved oxygen content and increasing waste content, especially organic nitrogen. The application of Biofloc technology was carried out by the Young Independent Fish Cultivator Group (Pokdakan) with the aim of managing catfish farming activities in Lam Ara Village, Banda Raya District, Banda Aceh City using Biofloc on cultivation media. The purpose of this study was to compare the growth of catfish reared using Biofloc and non-Biofloc culture media. The test animals used in this study were catfish with Sangkuriang variety (*Clarias gariepinus*) measuring 7-8 cm as many as 2,000 fish in 8 different containers. Observations were made on the day of stocking until harvesting. The growth parameters observed were the length and weight of the fish. The environmental parameters observed were water temperature, dissolved*

oxygen, and pH. The results showed that there were differences in the increase in length and body weight of catfish in the cultivation media of Biofloc and non-Biofloc applications. The results of this study indicate that the application of the biofloc method can increase the productivity of tarpaulin ponds. The rearing media that applied the Biofloc technique showed better and relatively ideal conditions for catfish cultivation.

Key Words : biofloc, catfish, tarpaulin pond, water quality

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara maritim yang kaya akan potensi ikan, yang sebagian besar wilayahnya adalah lautan dan perairan. Sektor perikanan menjadi bagian yang sangat penting dalam pembangunan nasional, terutama dalam penyediaan bahan pangan hewani, penyediaan bahan baku untuk mendorong agroindustri, penyediaan lapangan kerja dan usaha, serta melestarikan sumberdaya perikanan dan lingkungan hidup.

Tercatat tingkat konsumsi ikan nasional tahun 2011 mencapai 31,64 kg/kapita/tahun, tahun 2012 mencapai 33,86 kg/kapita/tahun, tahun 2013 rata-rata konsumsi ikan per kapita nasional adalah 35 kg/kapita, sedangkan tahun 2014 konsumsi ikan rata-rata mencapai 38 kg/kapita/tahun atau mengalami peningkatan dengan rata-rata 8,5% dibandingkan konsumsi tahun 2013. Selama periode 2009-2014, rata-rata peningkatan konsumsi ikan per kapita sebesar 5,5%. Peningkatan konsumsi ikan didukung dengan adanya promosi produk dan gerakan makan ikan di seluruh provinsi. Selain itu, data Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa total produksi perikanan nasional pada tahun 2014 sudah mencapai 20 juta ton lebih (KKP, 2014).

Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang berasal dari Afrika, yaitu lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dan lele lokal (*Clarias batrachus*) yang sudah dibudidayakan secara komersial oleh masyarakat Indonesia. Seiring dengan semakin tingginya permintaan ikan lele, membuat peluang bisnis budidayanya semakin terbuka. Budidaya ikan lele, baik pembenihan maupun pembesaran dapat dijalankan dengan modal besar, tetapi dengan jumlah modal terbatas pun dapat dilakukan.

Budidaya ikan lele dengan berbagai varietas telah banyak dilakukan oleh pembudidaya ikan diberbagai daerah. Kegiatan tersebut cukup berarti dalam menopang ekonomi

keluarga. Namun, kelompok pembudidaya umumnya masih melakukan pembudidayaan ikan lele secara tradisional, terutama dalam menjaga kualitas media budidaya. Selain itu, kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan juga kurang diperhatikan. Pakan yang diberikan terkadang kurang sesuai dengan kebutuhan gizi yang diperlukan oleh benih ikan. Hal ini dikarenakan benih lele yang berukuran relatif kecil, organ tubuhnya belum berfungsi secara optimal, sehingga daya tahan tubuhnya rendah dan mudah terserang penyakit dan pertumbuhannya terganggu, sehingga sering terjadi kematian pada tahap pendederan pertama dan kedua. Selain itu, sisa pakan tambahan buatan dapat menurunkan kualitas media budidaya terutama meningkatnya kandungan amoniak.

Craigh., Helfrich (2002) berpendapat bahwa kandungan amoniak sangat berpengaruh dalam budidaya, mengingat amoniak dalam perairan bersifat toksik dan bisa mematikan ikan. Organisme akuatik umumnya membutuhkan protein yang cukup tinggi dalam pakannya. Namun, organisme akuatik hanya dapat meretensi protein sekitar 20-25% dan selebihnya akan terakumulasi dalam air (Stickney, 2005). Metabolisme protein oleh organisme akuatik umumnya menghasilkan amoniak sebagai hasil ekskresi. Pada saat yang sama, protein dalam feses dan pakan yang tidak termakan akan diuraikan oleh bakteri menjadi produk yang sama. Maka, semakin intensif suatu kegiatan budidaya akan diikuti dengan semakin tingginya konsentrasi senyawa nitrogen terutama amoniak dalam air (Avnimelech., Kochba, 2009).

Bioflok berasal dari kata *bios* yang berarti kehidupan dan *flock* yang berarti gumpalan. Bioflok berarti sekelompok organisme (bakteri, jamur, algae, protozoa, cacing, dan lainnya) yang tergabung dalam gumpalan (*flock*). Teknologi bioflok pada awalnya merupakan adopsi dari teknologi pengolahan limbah lumpur aktif secara biologi dengan melibatkan aktivitas mikroorganisme (seperti bakteri). Budidaya ikan dengan teknologi bioflok berarti memperbanyak bakteri/mikroba menguntungkan dalam media budidaya ikan, yang dapat memperbaiki dan menjaga kestabilan mutu air, menekan senyawa beracun seperti amoniak, menekan perkembangan bakteri yang merugikan (bersifat pathogen), sehingga ikan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Suprpto, 2013).

Terbatasnya sumber daya alam seperti air dan lahan, menjadikan intensifikasi sebagai pilihan yang paling memungkinkan dalam meningkatkan produksi budidaya. Berbagai upaya untuk mengembangkan perikanan budidaya terutama pada sistem intensif masih terus dilakukan mengingat sistem tersebut terkendala oleh berbagai masalah, diantaranya buangan limbah akuakultur, penggunaan tepung ikan sebagai bahan baku pakan buatan serta penyebaran penyakit (FAO, 2007).

Teknologi bioflok merupakan salah satu alternatif dalam mengatasi masalah kualitas air dalam akuakultur yang diadaptasi dari teknik pengolahan limbah domestik secara konvensional (Avnimelech., Kochba, 2009). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aplikasi teknologi bioflok berperan dalam perbaikan kualitas air, peningkatan biosekuriti, peningkatan produktivitas, peningkatan efisiensi pakan serta penurunan biaya produksi melalui penurunan biaya pakan (Avnimelech., Kochba, 2009; Ekasari, 2008; Hari., *et al.*, 2006; Kuhn., *et al.*, 2009; Taw, 2010).

Keberhasilan mengelola kualitas air media budidaya ikan dengan penerapan teknik bioflok telah menginspirasi Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) Muda Mandiri untuk menerapkannya di Desa Lam Ara Kec. Banda Raya Kota Banda Aceh.

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan ini menggunakan metode experimental yang dilakukan di lapangan melalui penerapan teknologi bioflok pada budidaya lele. Konstruksi kolam terbuat dari beton, terpal atau *fiber* dan tidak membentuk sudut. Wadah budidaya yang digunakan berupa kolam terpal rangka besi (*wiremesh*) dan bagian dalam rangka dilapisi terpal pelapis, lalu dilapisi terpal plastik. Konstruksi kolam terpal berdiameter 2 m dan berjumlah 8 unit kolam. Bahan yang diperlukan untuk konstruksi kolam terpal adalah: 1) besi anyaman (besi *wiremesh* berdiameter 5 mm) untuk rangka dinding kolam; 2) karpet talang sebagai pelapis dinding kolam; 3) selang pelapis lingkaran atas *wiremesh*; 4) pipa PVC 2 inchi dan knee 2 buah; 5) sealer (lem); dan 6) gunting.

Langkah-langkah pembuatan kolam terpal adalah: 1) besi *wiremesh* dipotong sesuai dengan keliling diameter 3 m yaitu 9,42 m, tinggi/lebar *wiremesh* yaitu 1 m. Lalu, pada

ujung kedua *wiremesh* dikaitkan dengan cincin besi atau diikat kawat sebagai pengunci, sehingga berbentuk lingkaran; 2) lapis bagian atas *wiremesh* dengan selang untuk mencegah sobeknya terpal; 3) lapis dinding *wiremesh* dengan terpal pelapis untuk menjaga terpal tetap awet; 4) letakkan dan tanam pipa PVC dengan knee tepat di tengah lingkaran, pipa PVC ini berfungsi sebagai saluran pembuangan; dan 5) terpal yang sudah jadi dimasukkan dalam rangka besi yang telah disiapkan.

Pemasangan peralatan meliputi pompa dan perlengkapannya (selang *aerator*, *filter* dan pipa pengeluaran pompa). Lalu, dilakukan uji coba untuk mengetahui kekuatan aliran arus dan kemampuan pengadukan. Aliran dibuat melingkar, sehingga endapan terjadi di bagian tengah kolam. Pompa dipasang di tengah dan aliran air dikeluarkan di tepi kolam dengan arah keluar berlawanan. Sebelumnya, kolam terpal diisi air hingga penuh, diberi desinfektan (kalium permanganat) dan dibiarkan selama semalam. Hari berikutnya, larutan desinfektan dalam kolam dibuang dan diisi air bersih sebanyak 50% dari kolam, serta ditambahkan 50 ml probiotik bioflok dan 250 ml tetes tebu. Air kolam dibiarkan selama seminggu dengan *aerasi* penuh agar terjadi fermentasi. Setelah melalui proses fermentasi, benih ikan lele dimasukkan dalam kolam sebanyak 2.000 ekor per kolam.

Selain membuat media budidaya yang baru, pada kegiatan juga dibuat kultur bioflok terfermentasi untuk memelihara media pemeliharaan lanjutan. Kultur bioflok dibuat dalam jerigen plastik 10 L dengan mengisi 3 L air ditambah tetes tebu 2 L dan probiotik bioflok. Lalu, jerigen ditutup rapat agar tidak terkontaminasi. Larutan dalam jerigen dibiarkan selama satu minggu agar terjadi fermentasi sempurna. Cara penggunaan larutan tersebut adalah dengan menyiramkan setiap tujuh hari ke dalam kolam.

Pemeliharaan benih ikan lele (*C. gariiepinus*) dilakukan selama kurang lebih 75 hari. Pakan yang diberikan mempunyai kandungan protein 30% sebanyak 5%/bobot biomass/hari. Pemberian pakan dilakukan berdasarkan hasil pengukuran bobot sampel dan mortalitas ikan secara sampling setiap 7 hari. Frekuensi pemberian pakan adalah 2 kali sehari, yaitu pada pagi jam 08.00 dan sore hari jam 17.00. Pengamatan kualitas air dan pertumbuhan ikan dilakukan setiap 1 minggu sekali. Pertumbuhan yang diamati

adalah pertumbuhan bobot mutlak, meliputi panjang dan berat tubuh. Panjang mutlak adalah ukuran rata-rata organisme pada umur tertentu (Effendi, 2003).

Parameter fisik yang diamati adalah temperatur air dan udara yang diukur dengan termometer alkohol. Sedangkan, parameter kimia yang diamati adalah kandungan oksigen terlarut, karbondioksida bebas dan pH. Oksigen terlarut dengan metode winkler, karbondioksida bebas dengan metode alkalimetri, dan pH diukur dengan kertas pHmeter. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kolam terpal yang sudah jadi dimasukkan ke dalam rangka besi yang telah disiapkan. Pemasangan peralatan, meliputi pompa dan perlengkapannya (selang *aerator*, *filter* dan pipa pengeluaran pompa). Lalu, dilakukan uji coba untuk mengetahui kekuatan aliran arus dan kemampuan pengadukan. Aliran dibuat melingkar sehingga endapan terjadi di tengah kolam. Pompa harus dipasang di tengah dan aliran air dikeluarkan di tepi kolam dengan arah keluar yang berlawanan. Gambar 1. merupakan pengerjaan konstruksi kolam terpal yang terbuat dari besi berdiameter 2 m dan memiliki pembuangan sentral.



Gambar 1. Kolam Terpal ϕ 2 m, Konstruksi Kolam Terbuat dari Besi dan memiliki Pembuangan Sentral dilengkapi Instalasi Paranet, Listrik dan *Aerator*

Hasil pengukuran panjang dan berat tubuh rata-rata benih ikan lele serta kualitas media pemeliharaan terlihat pada tabel 1. Selama pemeliharaan dilakukan pengamatan dan pengukuran pertumbuhan serta kualitas media pemeliharaan setiap tujuh hari. Hasil pengukuran kualitas fisik-kimia media pemeliharaan lele (*C. gariepinus*) di Desa Lam Ara merupakan media pemeliharaan yang mengaplikasikan teknik bioflok dengan kondisi yang lebih baik dan ideal untuk pembesaran ikan lele.

Tabel 1. Hasil Rata-rata Pengukuran Parameter Kualitas Air

Parameter Pengamatan	Bioflok	Non Bioflok	Kelayakan menurut Pustaka
Temperatur Air (°C)	22-27	22-26	27 – 30°C (SNI 01-6483.4-2000)
O ₂ (ppm)	3-5	2-3	>5 mg/L (SNI 01-6483.4-2000)
pH	6-8	6-7	6,5 – 8,5 (SNI 01-6483.4-2000)



Gambar 2. Persiapan Media Air untuk Penebaran Benih melalui Pengukuran pH, Suhu dan Kadar Oksigen Terlarut dalam Media Air

Hal ini diperkuat dengan relatif rendahnya tingkat kematian benih selama pemeliharaan, yaitu 10%. Benih ikan lele umur 10 hari yang dipelihara selama 30 hari mengalami pertumbuhan dengan pertambahan panjang dan bobot tubuh yang bervariasi. Perbedaan peningkatan panjang dan bobot tubuh benih lele pada kedua media budidaya (aplikasi bioflok dan tanpa bioflok) tidak terlalu tinggi. Namun, memberikan gambaran bahwa benih lele yang dipelihara dengan aplikasi bioflok mengalami pertumbuhan panjang dan bobot yang lebih baik. Hal ini mengindikasikan bahwa pakan yang diberikan dan media pemeliharaannya mampu mendukung pertumbuhan benih lele.

Menurut Craigh., Helfrich (2002), meskipun melalui manajemen yang baik, pakan yang diberikan pada ikan akan menghasilkan limbah. Dari 100 unit pakan yang diberikan kepada ikan, 10% tidak termakan, 10% limbah padatan dan 30% limbah cair yang dihasilkan ikan. Dari sisanya, 25% untuk tumbuh dan 25% lainnya untuk metabolisme. Persentase ini tergantung jenis ikan, aktivitas, temperatur air dan kondisi lingkungan. Limbah yang sangat berbahaya dan bersifat toksik bagi ikan adalah amoniak.

Limbah amoniak sangat berbahaya dan memicu timbulnya racun atau penyakit pada ikan. Limbah amoniak dari budidaya ikan yang dibuang ke perairan sekitarnya

merupakan sumber pencemaran yang perlu mendapat perhatian. Potensi pasokan amoniak dalam air budidaya ikan sebesar 75% dari kadar nitrogen dalam pakan (Gunardi., Hafsari, 2008). Lalu, Boyd (1990) berpendapat bahwa keberadaan amoniak mempengaruhi pertumbuhan karena mereduksi masukan oksigen akibat rusaknya insang, menambah energi untuk detoksifikasi, mengganggu osmoregulasi dan mengakibatkan kerusakan fisik pada jaringan.

Selama masa pemeliharaan nilai parameter kualitas air pada setiap media budidaya jika dibandingkan dengan nilai parameter kualitas air menurut kelayakan pustaka terlihat masih layak untuk kegiatan budidaya lele. Meskipun secara umum terjadi fluktuasi, namun perubahan yang terjadi masih dalam batas toleransi untuk kehidupan benih lele. Hephher (1978) berpendapat bahwa intensifikasi budidaya berhasil tanpa menurunkan laju pertumbuhan jika dilakukan pengawasan terhadap empat faktor lingkungan, yaitu suhu, pakan, suplai oksigen dan limbah metabolisme. Sedangkan, Effendi (2003), menyatakan bahwa ikan tumbuh karena keberhasilan dalam mendapatkan makanan. Bahkan, pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam adalah faktor yang sukar dikontrol, seperti sifat genetik, umur dan jenis kelamin, sedangkan faktor luar adalah makanan dan kualitas perairan.

Menurut Stickney (2005), konsentrasi oksigen yang baik untuk ikan lele tidak boleh kurang dari 3 mg/l. Oksigen yang rendah diikuti meningkatnya amoniak dan karbondioksida di air menyebabkan proses nitrifikasi terhambat, sehingga mengganggu kelulus hidup ikan. Kegiatan alih teknologi ini telah diterapkan teknologi bioflok dan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan budidaya lele tanpa bioflok. Schryver., *et al.* (2008) berpendapat bahwa teknologi bioflok adalah sistem budidaya bakteri heterotrof dan alga dalam gumpalan *flocs* secara terkontrol pada wadah budidaya atau sistem yang memanipulasi kepadatan dan aktivitas mikroba untuk mengontrol kualitas air dengan mentransformasikan amonium menjadi protein mikrobial agar mampu mengurangi residu sisa pakan (Avnimelech., Kochba, 2009). Teknik bioflok bertujuan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan dengan pembentukan biomassa mikroba makroagregat dari bahan organik dan senyawa terlarut (Serfling, 2006).



Gambar 3. Pengamatan Pembentukan Flok-flok dari Proses Teknologi Bioflok

Manfaat penggunaan teknologi bioflok jika diaplikasikan dengan tepat dapat meminimalisir pergantian air atau tidak ada pergantian air dalam sistem budidaya, sehingga teknologi ini ramah lingkungan. Pakan yang digunakan pun menjadi lebih sedikit dibandingkan sistem konvensional lain. Telah dicoba untuk ikan nila yang dipelihara dalam sistem bioflok akan tumbuh optimum pada tingkat pemberian pakan 1,5% dengan pakan yang mengandung 35% protein (Satker PBIAT Ngrajek, 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, disimpulkan bahwa penerapan teknologi bioflok pada media budidaya memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap peningkatan pertumbuhan panjang dan bobot benih lele serta stabilitas media yang berujung pada peningkatan produksi panen. Saran yang dapat dikembangkan dari penerapan teknologi bioflok pada media air budidaya peternakan ikan lele yaitu melakukan pengembangan teknologi bioflok dalam penggunaan *molase* (gula alami) dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ada dan pemanfaatan protein susu dari sumber limbah industri tahu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi sebagai pemberi dana dalam kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dan Universitas Serambi Mekkah serta tim riset Pusat Studi Air dan Garam (PUSAGA) yang telah memfasilitasi terlaksananya kegiatan alih teknologi ini. Terima kasih juga pada Mitra pelaksana Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) Muda Mandiri Sentral Budidaya Ikan Lele Desa Lam Ara Kota Banda Aceh Provinsi Aceh atas keberhasilan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat.

REFERENSI

- Agromaret. 2014. *Negara-negara Tujuan Ekspor Lele*.
url: http://agromaret.com/artikel/7/negaranegara_tujuan_ekspor_lele, diakses pada tanggal 25 Juli 2020.
- Avnimelech, Y., Kochba, M. 2009. *Evaluation of Nitrogen Uptake And excretion by Tilapia in Bio floc Tanks*, using ¹⁵N tracing. *Aquaculture* 287:163-168.
- Boyd, CE. 1990. *Water Quality Management in Aquaculture and Fisheries Science*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company. 3125p.
- Craigh, S., Helfrich, LA. 2002. *Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding, Virginia Coperative Extension Service*. Publication 420-256:1-4.
- Direktorat Produksi dan Usaha Budidaya, Dirjen. Perikanan Budidaya, Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2017. *Buku Saku Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok*.
- Effendi, MI. 2003. *Biologi Perikanan*. Bandung: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ekasari, J. 2008. *Bioflocs Technology: the Effect of Different Carbon Source, Salinity and the Addition of Probiotics on the Primary Nutritional Value of the Bioflocs*. Thesis. Faculty of Bioscience Engineering. Ghent University. Belgium.
- FAO. 2007. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2006*. Rome: FAO.
- Gunardi, B., Hafsari, DR. 2008. *Pengendalian Limbah Amoniak Budidaya Ikan Lele dengan Sistem Heterotrofik Menuju Sistem Akuakultur Nir-Limbah*. *Jurnal Riset Akuakultur* 3.
- Hari, B., et.al. 2006. *The Effect of Carbohydrate Addition on Water Quality and the Nitrogen Budget in Extensive Shrimp Culture Systems*. *Aquaculture* 252:248-263.
- Hepher, B., Sandbank, E., Shelef, G. 1978. *Alternative Protein Sources for Warmwater Fish Diets*.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2014. *Bisnis Ikan Lele Menggiurkan*. url: <http://www.kkp.go.id/index.php/arsip/c/6990/Bisnis-Ikan-Lele-Menggiurkan/> diakses pada tanggal 31 Agustus 2021.
- Kuhn, DD., et.al. 2009. *Microbial Floc Meal as a Replacement Ingredient for Fish Meal and Soybean Protein in Shrimp Feed*. *Aquaculture* 296:51-57.
- Satker (Satuan Kerja) PBIAT Ngrajek. 2012. *Pusat Budidaya Ikan Air Tawar*. Magelang, Jawa Tengah.

- Schryver, PD., et.al. 2008. *The Basics of Bio-flocs Technology: The Added Value for Aquaculture*. Aquaculture 277:125-137.
- Serfling, SA. 2006. *Microbial Flocs: Natural Treatment Method Supports Freshwater, Marine Species in Recirculating Systems*. Global Aquaculture Advocate June 2006:34-36.
- Stickney, RR. 2005. *Aquaculture: An Introductory Text*. Oxford: CABI Publishing, 265p.
- Sidabutar, K. 2008. *Partial Harvest/Biofloc Sistem Promising for Pacific White Shrimp*. Global Aquaculture Advocate Magazine. September/October 2008.
- Suprpto. 2013. *Budidaya Ikan Lele Dumbo dengan Menerapkan Teknologi Bioflok*. Klinik Iptek Mina Bisnis Pacitan. Jawa Timur.
- Taw. 2010. *Biofloc Technology Expanding at White Shrimp Farms: Biofloc Systems Deliver High Productivity with Sustainability*. Global Aquaculture Advocate, Global Aquaculture Alliance, St. Louis, Missouri, USA.