

BUKTI KORESPONDENSI
ARTIKEL JURNAL NASIONAL TERINDEKS SINTA 2

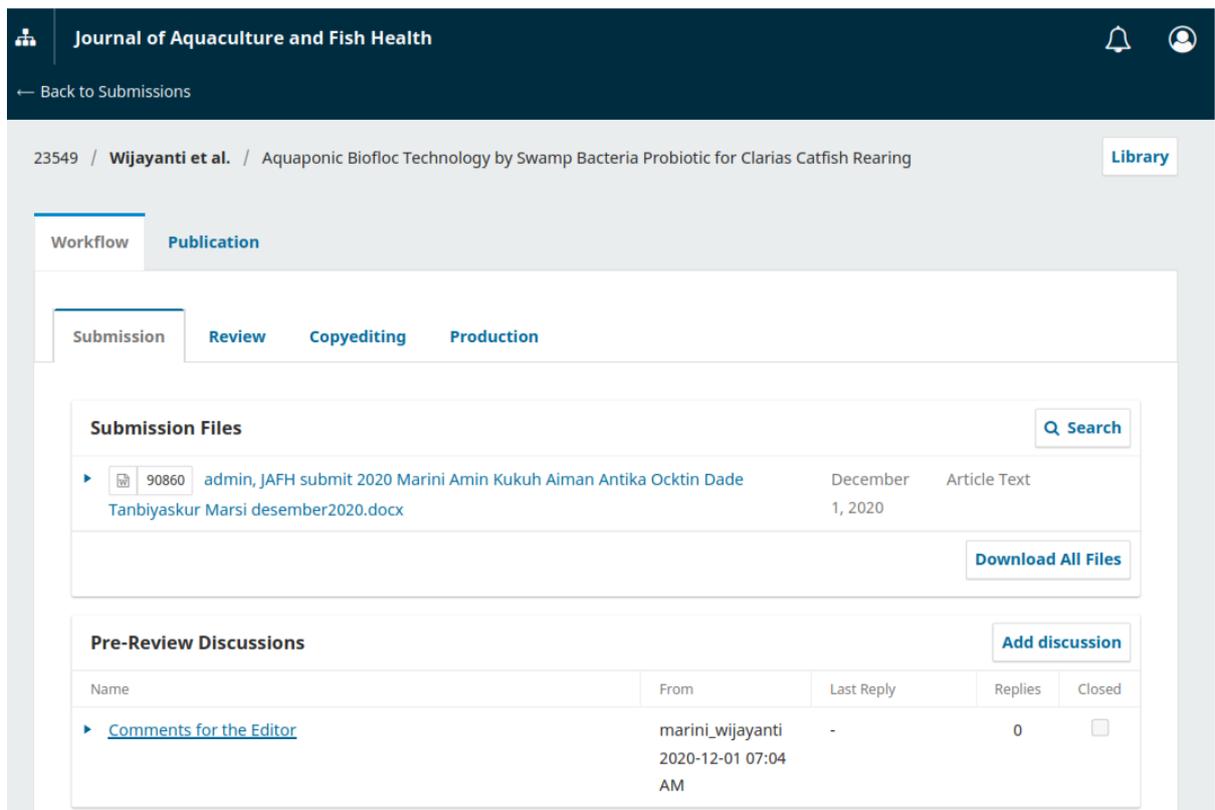
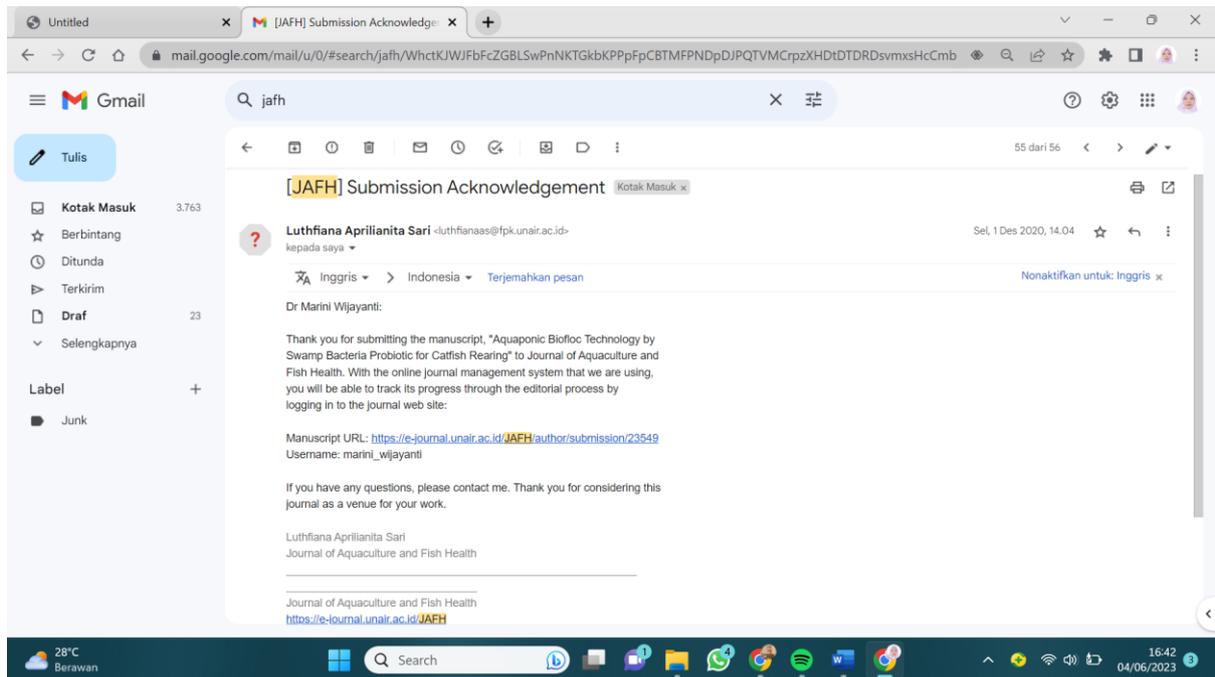
Judul artikel : **Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for Clarias Catfish Rearing**

Jurnal : **Journal of Aquaculture And Fish Health**

Penulis : Marini Wijayanti, Mohamad Amin, Tanbiyaskur Tanbiyaskur, Dade Jubaedah, Kukuh Jaya, M Aiman Ziyad, and Marsi Marsi.

No.	Perihal	Tanggal
1	Bukti konfirmasi submit artikel dan artikel yang disubmit	1 Desember 2020)
2	Bukti konfirmasi review dan hasil review pertama	30 Desember 2020
3	Bukti konfirmasi submit revisi pertama, respon kepada reviewer, dan artikel yang diresubmit	30 Januari 2021
4	Bukti konfirmasi review dan hasil review kedua	9 Maret 2021 dan 8 Mei 2021
5	Bukti konfirmasi submit revisi kedua, respon kepada reviewer, dan artikel yang di resubmit	25 Mei 2021
6	Bukti konfirmasi artikel accepted	18 Juli 2021
7	Bukti konfirmasi artikel published online	September 2021

Bukti konfirmasi submit artikel dan artikel yang disubmit (1 Desember 2020)



Teknologi Bioflok-Akuaponik dengan probiotik bakteri Asal Rawa pada Budidaya Lele

Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for Catfish Rearing

Marini Wijayanti¹, Mohamad Amin¹, Tanbiyaskur¹, Dade Jubaedah¹, Kukuh Jaya¹, M Aiman Ziyad¹, Marsi²

¹Prodi Budidaya Perairan/ Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

²Prodi/Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

*mariniwijayanti@fp.unsri.ac.id

Abstrak

Budidaya ikan lele secara konvensional dengan kelangsungan hidup rendah dan pertumbuhan yang kurang optimal menjadi masalah pembudidaya di Ogan Ilir (OI), sehingga produktifitas pembudidaya kurang maksimal. Pendekatan bioflok dan akuaponik dengan starter bakteri rawa lokal OI diharapkan dapat mengatasi masalah budidaya ikan di daerah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan teknologi bioflok dan kombinasi bioflok akuaponik untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktifitas budidaya ikan lele (*Clarias sp.*). Penelitian menggunakan dua kolam yaitu kolam bundar bioflok (P1) dan kolam bundar kombinasi bioflok dan akuaponik (P2) selama dua bulan. Hasil pertumbuhan bobot dan panjang mutlak bulan ke-1 dan bulan ke-2 berturut-turut 7,6-21,4 g dan 6,1-2,4 cm (P1), 7,9-24,2 g dan 6,3-2,5 cm (P2). Nilai FCR 0,94-0,97 (P1) dan 0,97-0,98 (P2). Kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan bulan pertama dan kedua berturut-turut 98%-100% (P1) dan 96%-100% (P2). Data kualitas air secara berurutan yaitu Suhu, DO, pH, NH₃ yaitu 30,3-31,9°C, 4,5-7,2 mg.l⁻¹, 6-7, 0,27-0,71 ppm (P1) dan 29,5-31,3°C, 4,7-7,4mg.l⁻¹, 6-7, 0,20-0,53 ppm (P2). Pertumbuhan panjang rata-rata kangkung 19,1-18,78 cm dan bobot rata-rata 14,30-20,01 g. Volume flok diakhir pemeliharaan pada bulan pertama dan kedua 16-55 ml.l⁻¹(P1) dan 5-22 ml.l⁻¹(P2). Kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih optimal dan keduanya efisien dalam pakan (Food Conversion Ratio/FCR < 1.00). Kangkung mampu tumbuh dengan memanfaatkan limbah budidaya dan mengurangi volume flok, tetapi dapat menjadi hasil tambahan pada produksi ikan lele.

Kata kunci : Akuaponik, bioflok, produksi lele *Clarias sp.*

Abstract

Conventional catfish farming with low survival and sub-optimal growth is a problem for cultivators in Ogan Ilir (OI), so that the productivity of cultivators is not optimal. The biofloc and aquaponics approach using the local swamp bacteria starter OI is expected to solve the problem of fish farming in the area. The purpose of this study was to apply biofloc technology and a combination of aquaponic biofloc to increase the growth and productivity of catfish (*Clarias sp.*) culture. The study used two ponds, namely the biofloc circular pool (P1) and the biofloc and aquaponic combined round pool (P2) for two months. The results of the growth in weight and absolute length of the 1st month and the 2nd month, respectively 7,6-21,4 g and 6,1-2,4 cm (P1), 7,9-24,2 g and 6, 3-2.5 cm (P2). FCR values were 0.94-0.97 (P1) and 0.97-0.98 (P2). Fish survival during the first and second month of rearing was 98% -100% (P1) and 96% -100% (P2), respectively. Sequential water quality data were temperature, DO, pH, NH₃, namely 30.3-31.9oC, 4.5-7.2 mg.l⁻¹, 6-7, 0.27-0.71 ppm (P1) and 29.5-31.3oC, 4.7-7.4mg.l⁻¹, 6-7, 0.20-0.53 ppm (P2). The average length growth of kale is 19.1-18.78 cm and the average weight is 14.30-20.01 g. Floc volume at the end of maintenance in the first and second month was 16-55 ml.l⁻¹(P1) and 5-22 ml.l⁻¹(P2). The combination of biofloc and aquaponics showed more optimal growth performance and both were efficient in feed FCR <1.00. Water spinach is able to grow by utilizing aquaculture waste and reducing flock volume, but it can be an additional product in catfish production.

Keywords : Aquaponic, biofloc, catfish *Clarias sp.* production.

PENDAHULUAN

Kabupaten Ogan Ilir memiliki wilayah administrasi berupa desa, kelurahan dan dusun. Kabupaten Ogan Ilir terdiri dari 16 kecamatan, 227 desa, 14 kelurahan dan 660 dusun. Desa Sakatiga merupakan suatu desa yang terdapat di kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir yang memiliki potensial untuk dilakukan pengembangan bidang perikanan dan agribisnis terutama di budidaya ikan perairan rawa. Permasalahan yang sering dialami oleh pembudidaya ikan termasuk yang dihadapi oleh kelompok pembudidaya ikan di desa Sakatiga saat ini adalah sistem akuakultur untuk mendukung pertumbuhan dan produksi ikan yang lebih produktif terutama komoditas budidaya ikan air tawar ikan lele.

Budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) secara konvensional yang berada di desa Sakatiga memiliki masalah yaitu kelulushidupan tergolong rendah sehingga produktifitas juga rendah. Sesuai DJPB (2018), budidaya secara konvensional padat tebar yang disarankan hanya 100 ekor/m³ dan budidaya secara konvensional dengan padat tebar rendah yang diterapkan masyarakat pada umumnya akan mendapatkan hasil produksi yang kurang optimal maka untuk mengatasi masalah tersebut perlu teknologi bioflok untuk meningkatkan produksi ikan lele (*Clarias* sp.) (Purwati *et al*, 2017). Sistem bioflok efektif mampu mendongkrak produktivitas ikan lele 3000 ekor dengan berat 96 – 110 kg. Metode ini juga menghasilkan bobot ikan lebih berat 20% dengan masa panen lebih cepat sekitar 20% (2,5 bulan) dari metode konvensional (Faridah *et al*, 2019), dan FCR kurang dari 1.00 (BBPBAT, 2005).

Teknologi bioflok pada prinsipnya memanfaatkan mikroba berupa bakteri heterotrof terseleksi untuk manajemen kualitas air berdasarkan kemampuan bakteri tersebut dalam menguraikan N organik dan anorganik (Ekasari, 2009). Bakteri heterotrof penyusun bioflok diantaranya yaitu *Bacillus* sp, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polmyxa*, dan *Lactobacillus* sp. (Simanjuntak, 2017). Pembentukan flok tidak hanya tersusun dari bakteri heterotrof pembentuk flok dan bakteri berfilamen namun juga dari zooplankton, mikro alga, fungi, partikel tersuspensi dan detritus (Schryver *et al*, 2008). Proses pembentukan flok terjadi oleh aktifitas enzim yang diekresikan bakteri untuk mendekomposisi bahan organik sebagai sumber energi bagi pertumbuhan sel, sel mengekresikan senyawa-senyawa metabolit sekunder berupa lendir, biopolimer, peptida dan lipid, yang terakumulasi disekitar sel dan terikat membentuk kumpulan disebut flok yang dapat menjadi sumber makanan bagi udang dan ikan (Crab *et al*, 2007).

Budidaya dengan padat tebar tinggi dikenal sangat cepat terjadi penurunan kualitas air yang disebabkan penumpukan bahan organik. Penurunan kualitas air ditandai dengan air menjadi berbau, konsentrasi amoniak meningkat dan nafsu makan ikan menurun. Untuk memperbaiki kualitas air dapat dilakukan pergantian air atau dilakukan filtrasi sehingga dapat mengurangi kepekatan limbah di media budidaya. Filtrasi dapat dilakukan dengan cara penerapan sistem akuaponik. Penerapan akuaponik yang merupakan perpaduan budidaya ikan dengan hidroponik yang memanfaatkan limbah budidaya sebagai nutrient bagi tanaman hidroponik. Akuaponik dapat membantu menurunkan konsentrasi nitrat melalui pemanfaatan langsung nitrat oleh tanaman (Pratama, 2017). Akuaponik pada prinsipnya untuk mengoptimalkan lahan yang sempit agar mendapatkan hasil yang maksimal yaitu ikan dan tanaman. Perpaduan bioflok dan akuaponik akan membantu dalam menjaga kualitas air dalam budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) sehingga dapat mengoptimalkan budidaya dengan padat tebar 500 ekor/m³ sebagaimana penelitian optimasi padat tebar budidaya lele sistem bioflok dan *Nitrobacter* oleh Puspita dan Sari (2018) yang mendukung laju pertumbuhan spesifik tertinggi dan FCR terendah. Budidaya ikan dengan sistem bioflok telah terbukti meningkatkan efisiensi pakan sehingga menurunkan biaya pakan (Abulias *et al*, 2014) dan akuaponik membantu menjaga kualitas air dan menambah hasil panen berupa sayuran sehingga kombinasi dari

teknologi bioflok dan akuaponik dalam budidaya ikan lele dirasa tepat sebagai solusi untuk peningkatan produksi pembudidaya ikan di desa Sakatiga dan sebagai penyaluran informasi dan teknologi secara umum kepada masyarakat setempat. Tujuan dari studi ini adalah penerapan teknologi bioflok dan akuaponik dalam meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) di pembudidaya ikan Ogan Ilir.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Kegiatan ini dilaksanakan pada akhir tahun 2019 sampai awal tahun 2020 di kelompok tani agribisnis perikanan desa Sakatiga Ogan Ilir.

Materi Penelitian

Kegiatan ini menggunakan bahan berupa ikan lele, pakan, probiotik, rock wool, air, garam, kapur dolomit, dan molase. Sedangkan alat yang digunakan kolam bundar, pipa, selang, netpot, pompa air, blower, mistar, timbangan, imhoff cone, pH meter, DO meter, thermometer.

Rancangan Penelitian

Metode pengambilan data penelitian dilakukan eksperimental dengan perlakuan pada dua kolam bundar yang disusun untuk sistem bioflok dan sistem bioflok akuaponik. Ulangan dilakukan terhadap sampling ikan 30 ekor setiap kolam pada pertumbuhan panjang dan bobot. Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali pengulangan pada setiap kolam.

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak diukur dengan cara pengambilan sample ikan dan dilakukan pengukuran panjang awal ikan ketika ditebar dan panjang ikan diakhir pemeliharaan. Pertumbuhan panjang mutlak dapat di hitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

$$Lm = Lt - Lo$$

Keterangan: Lm = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)
Lt = Panjang rata-rata akhir (cm)
Lo = Panjang rata-rata awal (cm)

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak di ukur dengan cara pengambilan sample ikan dan dilakukan pengukuran bobot awal ikan ketika ditebar dan bobot ikan diakhir pemeliharaan, di hitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan: Wm = Pertumbuhan bobot mutlak (g)
Wt = Bobot rata-rata akhir (g)
Wo = Bobot rata-rata awal (g)

Rasio Konversi Pakan (FCR/*Feed Conversion Ratio*)

Rasio konversi pakan menunjukkan efisiensi pakan yang digunakan untuk menaikan setiap gram berat ikan sebagai pengaruh pemberian pakan. Perhitungan rumus konversi pakan menggunakan rumus berdasarkan Hanley (1991), yaitu:

$$FCR = \frac{F}{Wt+D-Wo} \times 100\%$$

Keterangan: FCR = *Feed conversion ratio* (%)

- F = berat kering pakan yang diberikan (g)
- Wt = berat basah ikan akhir pemeliharaan (g)
- Wo = berat basah ikan awal pemeliharaan (g)
- D = berat basah ikan mati selama pemeliharaan (g)

Kelangsungan hidup (SR/Survival Rate)

Tingkat kelangsungan hidup atau *survival rate* menunjukkan nilai persentasi kemampuan ikan bertahan hidup pada akhir pemeliharaan. Dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

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

- Keterangan:
- SR = Tingkat kelulus hidupan (%)
 - Nt = Jumlah ikan hidup pada akhir pemanenan (g)
 - No = Jumlah ikan hidup pada awal penebaran (g)

Volume Flok

Pengukuran volume flok dilakukan setiap pagi hari pada saat awal dan akhir selama kegiatan pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran dilakukan dengan memasukan sampel air sebanyak 1000 ml kedalam *imhoff cone* dan diamkan selama 15 menit kemudian flok mengendap pada bagian dasar dan hasil langsung dilihat pada sekala yang ada di *imhoff cone*. Sesuai dengan rumus Suryaningrum (2014), yaitu:

$$Volume\ flok = \frac{Volume\ flok\ didasar\ imhoff\ cone\ (ml)}{Volume\ sampel\ air\ (l)}$$

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur adalah nilai pH (dengan pH meter), oksigen terlarut (dengan DO meter) dan suhu (dengan thermometer) pada media budidaya. Pengukuran dilakukan setiap 3 kali seminggu selama pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran ammonia dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan dengan metode spektrofotometri.

Prosedur Kerja

Persiapan Kolam

Kolam yang digunakan yaitu kolam terpal berbentuk bundar dengan diameter 2 m, tinggi 1 m dan ketinggian air 0,8 m. Persiapan kolam dilakukan untuk mensucihamakan dapat dengan Penyikatan dinding kolam untuk merontokan kotoran di tepian dinding kolam menggunakan sikat plastik dan penjemuran dengan sinar matahari selama 60 menit dengan tujuan untuk membunuh bakteri pathogen yang mungkin ada.

Persiapan Air Kolam

Persiapan air kolam pemeliharaan diawali dengan penebaran garam dan kapur. Dosis dari bahan-bahan yang digunakan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Dosis bahan-bahan untuk persiapan air

Nama bahan	Dosis/m ³	Kebutuhan kolam(2,5m ³)
Garam	1 kg	2,5 kg
Kapur	50 g	125 g

Penambahan garam krosok dan molase dengan dosis berdasarkan Sucipto *et al* (2017), yaitu garam kerosok 1 kg /m³ air dan dosis kapur 50 g/m³ air. Jadi garam yang ditebar ke dalam kolam sebanyak 2,5 kg dan kapur 125 g kedua bahan ini terlebih dahulu dilarutkan dengan air hingga homogen kemudian ditebar merata ke dalam air kolam, selanjutnya air kolam diinkubasi selama 1 hari. Penambahan garam pada media bertujuan untuk membunuh

mikroorganisme seperti bakteri dan jamur akibat dari sifat garam yang mehidrolisis sel mikroba tersebut sehingga sel mikroba mati (Rimbiyastuti *et al.* 2016).

Persiapan Media Bioflok

Molase merupakan sumber karbon yang ditebar ke dalam media sebagai nutrient bagi bakteri heterotrof yang menguraikan bahan organik tersuspensi di media (Crab *et al.* 2012). Molase sebelum digunakan dimasak terlebih dahulu agar memisahkan molase dengan ampasnya juga sebagai salah satu cara membunuh bakteri yang ada pada molase. Penambahan molase berdasarkan Sucipto *et al.* (2017) yaitu sebanyak 100 ml per m³ dengan volume media 2,5 m³ jadi volume molase yang ditambahkan sebanyak 250 ml. Molase sesuai dosis dilarutkan dengan air kemudian ditebar merata pada titik aerasi yang ada. Selanjutnya penambahan molase dilakukan 7 hari sekali dengan dosis yang dihitung dengan rumus berdasarkan Sucipto *et al.* (2017), yaitu:

$$\text{Molase ml/L} = \frac{F}{150g} \times 100 \text{ ml}$$

Keterangan: F = Jumlah pakan harian (g)

Probiotik yang digunakan yaitu *Bacillus sp.* dan *Streptomyces sp.* asal rawa, dengan dosis 10⁵ CFU/mL⁻¹ (Wijayanti, 2020). Setelah probiotik dimasukkan ke dalam media selanjutnya media diinkubasi selama 7 hari, kemudian ikan lele (*Clarias sp.*) dengan kondisi sehat dapat ditebar dikolam..

Penebaran Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*)

Penebaran ikan pada wadah budidaya diawali dengan pengukuran sampel benih ikan lele (*Clarias sp.*) diukur panjang dan bobot pada awal penebaran. Benih yang akan digunakan yaitu ukuran 10 ± 0,5 cm dengan padat penebaran 500 ekor per m³ (Ma'ruf, 2012). Kedua perlakuan yaitu kolam bioflok tanpa akuaponik dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik keduanya ditebar sebanyak 1250 ekor benih ikan lele (*Clarias sp.*). Penebaran ikan lele (*Clarias sp.*) dilakukan pada pagi hari ketika kondisi perairan normal dengan aklimatisasi terlebih dahulu yang bertujuan mengurangi stress pada ikan.

Pemeliharaan dan Pemberian Pakan

Pemeliharaan dilakukan selama 2 bulan, ikan diambil sampel bobot dan panjang setiap minggunya. Pakan yang diberikan dengan protein 30%. Pemberian pakan dengan metode *Feeding rate* (FR) yang diberikan sebanyak 1% dari biomasa selama 4 hari, dan selanjutnya pemberian pakan secara *at satiation*. Pemberian pakan sebanyak 3 kali dalam sehari yaitu pada pagi hari ketika cuaca mulai hangat sekitar pukul 08.00 WIB, siang 12.00 dan sore pukul 16.00 WIB.

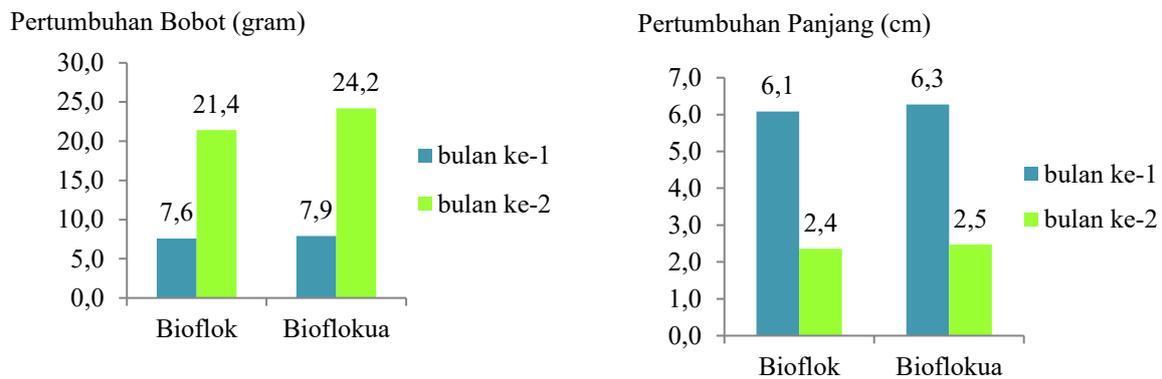
Analisa Data

Analisa data dilakukan secara deskriptif dengan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengambilan data secara langsung atau berdasarkan kegiatan yang dilakukan dan data sekunder yaitu data yang diperoleh melalui jurnal, buku, laporan dan media lainnya sebagai literatur yang menunjang.

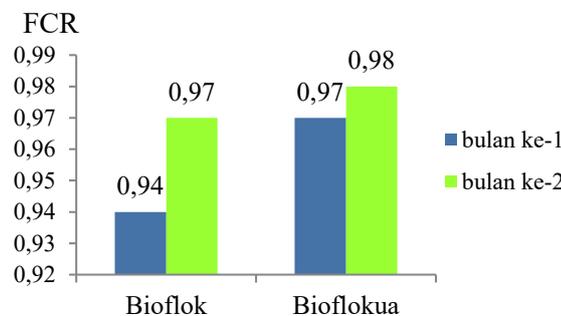
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pertumbuhan panjang dan bobot mutlak serta rasio konversi pakan ikan lele dalam pemeliharaan disajikan pada Gambar 1 dan 2. Data pada Gambar 1 menunjukkan hasil yang diperoleh kolam bioflok yaitu pertumbuhan bobot dan panjang mutlak berturut-turut 7,6 g dan 6,1 cm pada bulan ke-1, 21,4 g dan 2,4 cm pada bulan ke-2. Dari data tersebut kolam

bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa yang lebih baik dengan nilai pertumbuhan bobot dan panjang mutlak 7,9 g; 6,3 cm pada bulan pertama dan 24,2 g; 2,5 cm pada bulan kedua. Pertumbuhan dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi dan nafsu makan ikan. Nafsu makan ikan yang tinggi dapat mendorong kecepatan pertumbuhan ikan dan didukung nutrisi terutama protein dalam pakan. Menurut Alfia *et al*, (2013) penurunan mutu air dapat mempengaruhi nafsu makan ikan mengakibatkan asupan nutrisi tubuh berkurang, pertumbuhan terhambat dan berlangsung lama akan mengakibatkan kematian. Pertumbuhan ikan lele dengan sistem budidaya kombinasi bioflok dan akuaponik memiliki keunggulan yaitu perbaikan kualitas air dengan cara penurunan bahan organik, yang semakin efektif oleh kerja bakteri dan resirkulasi melalui tanaman yang menyebabkan nafsu makan sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kolam bioflok tanpa akuaponik dengan data konsumsi pakan selama pemeliharaan kolam bioflok 9500 g dan kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih tinggi sebanyak 10100 g pada bulan pertama.



Gambar 1. Pertumbuhan panjang dan bobot ikan lele bulan ke-1 dan ke-2



Gambar 2. Rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR) budidaya lele bulan ke-1 dan ke-2

Hal tersebut sesuai dengan Sukoso, (2002) bahwa jumlah pakan yang diberikan dan kualitas pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Peran probiotik memberikan sumbangan protein dan enzim yang berguna untuk membantu pencernaan ikan dapat meningkatkan laju pertumbuhan (Widanarni, 2012).

Feed conversion ratio (FCR) atau rasio konversi pakan adalah perbandingan (rasio) antara berat pakan yang telah diberikan dengan biomasa ikan yang diperoleh dengan satuan berat yang sama. Nilai rasio konversi pakan dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan dan kemampuan ikan dalam menyerap nutrisi pakan menjadi biomasa (Hany, 2008). Semakin kecil nilai rasio konversi pakan menunjukkan efektifitas dan efisiensi pakan yang diberikan semakin tinggi (Sukoso, 2002). Nilai rasio konversi pakan pada kolam bioflok mendapatkan hasil terbaik karena nilai lebih kecil yaitu 0,94(bulan pertama); 0,97(bulan kedua) dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik yaitu 0,97(bulan pertama); 0,98(bulan

kedua). Hasil tersebut sesuai dengan DJPB (2018) yang menyatakan dalam budidaya lele dengan sistem bioflok mampu menekan nilai rasio konversi pakan kurang dari 1, yang artinya efisien pakan karena untuk menghasilkan biomasa 1 kg dibutuhkan pakan kurang dari 1 kg. Menurut Widanarni *et al* (2008) efisiensi pakan yang diperoleh kedua perlakuan disebabkan oleh biomasa bioflok yang terbentuk dapat menjadi sumbangan nutrisi atau makanan tambahan bagi kultivan budidaya. Pembentukan bioflok dengan *starter* probiotik asal rawa (*Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp.) diketahui dapat membantu pencernaan dan meningkatkan pertumbuhan ikan (Antika, 2019; Wijayanti *et al*, 2020) dan memperbaiki kandungan nutrisi pakan (Widanarni *et al*, 2012).



Gambar 3. Kolam bundar Bioflok dan Bioflokua

Kualitas Air dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele

Data hasil pengukuran kualitas air di kolam bioflok dan kolam bioflok dengan akuaponik dalam pemeliharaan disajikan pada Tabel 3. Kelangsungan hidup ikan lele di kolam kombinasi bioflok dan akuaponik mendapatkan nilai 96% yang lebih tinggi dari kolam bioflok 92% pada bulan pertama, tetapi 100% keduanya pada bulan kedua.

Tabel 3. Suhu, DO, pH dan kelangsungan hidup ikan lele selama dua bulan pemeliharaan

Parameter	Bioflok		Bioflokua	
	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-1	Bulan ke-2
Suhu°C	30,3-31,5	30,7-31,9	29,5-31,0	30,3-31,3
pH	6,5-7,0	6,0-7,0	6,5-7,0	6,0-7,0
Okgigen terlarut (mg.l ⁻¹)	4,5-7,1	5,4-7,2	4,7-7,4	5,8-7,3
Amonia (mg.l ⁻¹) akhir	tdu	tdu	0,71	0,53
Kelangsungan Hidup (%)	92	96	100	100

Keterangan : tdu : tidak diukur

Bulan pertama kondisi budidaya ikan sistem bioflok masih belum stabil sampai ikan kultivan mampu beradaptasi dengan sistem yang terbentuk. Pada bulan kedua, kondisi ikan lebih stabil sehingga kedua sistem baik bioflok dan bioflokua sudah mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya hingga 100%. Tingginya kelangsungan hidup pada media sirkulasi bioflok yang terintegrasi dengan sistem resirkulasi akuaponik dapat disebabkan adanya sistem penjagaan kualitas air dari tanaman yang mampu memanfaatkan bahan organik sisa metabolisme ikan menjadi nutrient pertumbuhannya dengan bantuan mikrob yang menempel di perakaran tanaman dan media kultur. Menurut Kurniawan *et al*, (2018) sirkulasi air melalui

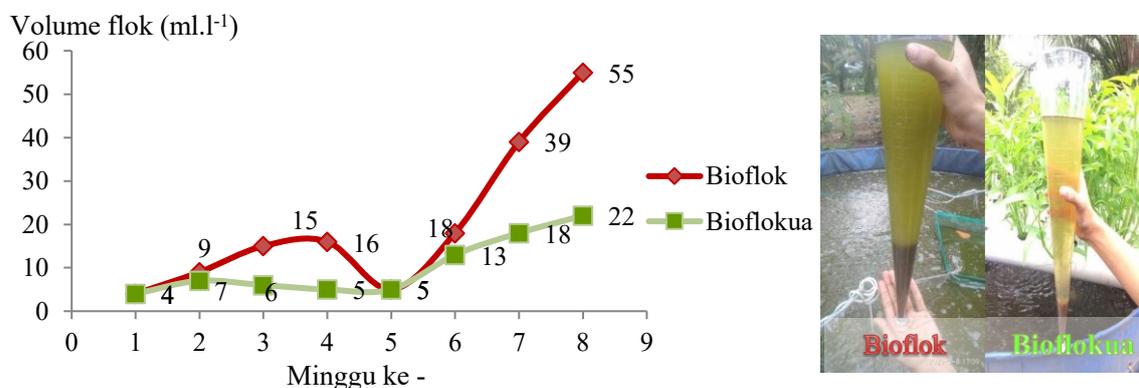
tanaman memberikan manfaat bagi ikan yaitu limbah amonia, nitrit dan nitrat dapat dimanfaatkan tanaman sehingga menurunkan cemaran limbah dengan demikian perairan menjadi optimum bagi ikan.

Adapun penyebab kematian ikan lele selama pemeliharaan dapat dipengaruhi oleh perubahan suhu pada musim kemarau ke penghujan yang menyebabkan ikan stres akibat suhu cuaca terik dan diguyur hujan biasanya berdampak pada kolam *outdoor* dengan ketinggian air dibawah satu meter, sesuai dengan Boyd *et al*, (1989) faktor pembatas yang cukup nyata dalam kehidupan ikan adalah perubahan suhu air media pemeliharaan. Stres pada ikan menyebabkan ikan mudah terkena penyakit dan jika berlangsung lama akan menurunkan nafsu makan hingga mengalami kematian. Penurunan pH dan oksigen terlarut dapat menyebabkan kerja probiotik dalam menguraikan bahan organik menurun sehingga akumulasi feses menjadi amonia penguraianya terhambat dan memungkinkan ikan keracunan amonia (NH_3). Pengukuran amonia selama pemeliharaan setelah dilakukan pergantian air 15 cm dari permukaan air pada minggu ke dua pemeliharaan dan diperoleh nilai konsentrasi amonia kolam bioflok 0,27 ppm dan kolam bioflok dengan akuaponik 0,20 ppm nilai amonia keduanya masih tergolong aman untuk kegiatan budidaya ikan lele $<0,8$ ppm (BBPBAT, 2005).

Data kualitas air yang disajikan pada tabel diatas menunjukkan kisaran suhu kolam bioflok 30,3-31,9°C dan 29,5-31,3°C kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik. Kedua kolam terjadi penurunan suhu akibat dari perubahan musim dari kemarau ke musin hujan. Suhu pada kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih rendah akibat dari konstruksi wadah tanaman yang berada di atas kolam pemeliharaan. Suhu yang diperoleh pada pemeliharaan tergolong suhu yang standar untuk budidaya lele 22–32°C (BBPBAT, 2005). Konsentrasi oksigen terlarut konsisten menunjukkan kolam kombinasi bioflok dan akuaponik lebih tinggi dengan kisaran 4,7-7,4 mg.l^{-1} pada bulan pertama; 5,8-7,34 mg.l^{-1} pada bulan kedua dan kolam bioflok 4,5-7,2 mg.l^{-1} pada bulan pertama; 5,4-7,2 mg.l^{-1} pada bulan kedua, sesuai dengan kebutuhan oksigen terlarut ikan lele. Boyd *et al*. (1996) menyatakan bahwa ikan lele dapat tubuh dengan baik dikadar oksigen terlarut 3 mg.l^{-1} . Nilai pH kedua kolam yang diperoleh berkisar antara 6,0-7,0 menunjukkan terjadinya penurunan pH diduga akibat menumpuknya bahan organik dan pengaruh curah hujan. Keseluruhan kualitas air dalam budidaya sistem bioflok maupun kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan hasil yang menunjukkan adanya perbaikan kualitas air dan peningkatan kelangsungan hidup ikan dengan adanya probiotik pembentuk flok (*Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp.) yang mampu menjaga kualitas air dan sekaligus dapat mencegah infeksi patogen (Citra, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020).

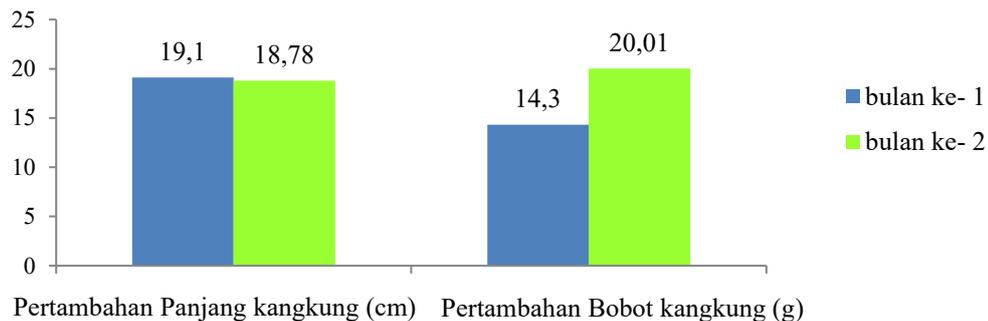
Volume Flok dan Pertumbuhan Kangkung

Data hasil pengukuran volume flok dalam pemeliharaan disajikan pada Gambar 4 dan pertumbuhan kangkung pada Gambar 5.



Gambar 4. Volume flok pada kedua sistem kolam Bioflok dan Bioflokua selama pemeliharaan 8 minggu

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran volume flock yang terbentuk diakhir pemeliharaan, untuk kolam bioflok tanpa akuaponik 55 mg.l^{-1} lebih tinggi dari kolam kombinasi bioflok dan akuaponik yang hanya 22 mg.l^{-1} . Penurunan volume flock terjadi setelah pergantian air dan diduga filtrasi serta pemanfaatan limbah oleh tanaman diakhir pemeliharaan yang semakin meningkat. Volume flock tentu dipengaruhi oleh bahan organik dan resirkulasi melalui tanaman yang sifatnya menyaring feses ikan dan kemudian akan menurunkan bahan organik diperairan sehingga flock yang terbentuk lebih rendah karena penyerapan bahan organik untuk pertumbuhan tanaman (Sayekti *et al*, 2018).



Gambar 5. Pertumbuhan panjang dan bobot mutlak kangkung pada sistem BIOFLOKUA

Gambar 5 menampilkan perolehan pertumbuhan panjang dan bobot mutlak kangkung 18,78-19,1 cm dan 14,3-20,1 g dengan total biomasa yang diperoleh antara 5,5-6 kg saat panen setelah usisa 30 hari. Menurut Sayekti *et al*. (2018) budidaya kangkung pada media yang kaya bahan organik akan meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung, dapat berupa limbah budidaya ikan maupun pupuk organik. Adapun keunggulan teknologi bioflok dan akuaponik yaitu tingginya amonia dapat direduksi oleh sayuran kangkung dengan bantuan akar tanaman, mikroba, dan terjadi resirkulasi dan penyerapan unsur hara yang kemudian dapat memperbaiki kualitas air (Setijaningsih, 2009).

Limbah kolam lele yang kaya dengan bahan organik dan dengan adanya peran mikroba akan membantu penguraian amonia menjadi nitrat sehingga pertumbuhan kangkung optimal (Pitrianingsih *et al*, 2014). Ketersediaan limbah budidaya dan lancarnya resirkulasi air sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Misanya kangkung yang efektif dapat memanfaatkan nutrient yang dibutuhkan dari limbah budidaya sehingga dapat menurunkan nilai amonia mencapai 0,22 ppm dalam 3 minggu pemeliharaan (Perdana *et al*, 2015). Untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman kangkung kolam disarankan telah memiliki limbah atau penebaran bibit kangkung minimal 1 minggu setelah pemeliharaan ikan. Dibutuhkan kontrol terhadap aliran air ke akar tanaman agar tetap lancar sehingga suplai oksigen cukup ke akar tanaman. tanaman kangkung umumnya dapat panen dalam 3 bulan budidaya ikan sebanyak 4-5 kali umumnya dapat dipanen mulai umur 18 hari.

KESIMPULAN

Hasil pertumbuhan bobot dan panjang mutlak bulan ke-1 dan bulan ke-2 berturut-turut 7,6-21,4 g dan 6,1-2,4 cm (P1), 7,9-24,2 g dan 6,3-2,5 cm (P2). Nilai FCR 0,94-0,97 (P1) dan 0,97-0,98 (P2). Kelangsunganhidup ikan selama pemeliharaan bulan pertama dan kedua berturut-turut 98%-100% (P1) dan 96%-100% (P2). Pertumbuhan panjang rata-rata kangkung 19,1-18,78 cm dan bobot rata-rata 14,30-20,01 g. Volume flock diakhir pemeliharaan pada bulan pertama dan kedua $16-55 \text{ ml.l}^{-1}$ (P1) dan $5-22 \text{ ml.l}^{-1}$ (P2). Kombinasi bioflok dengan akuaponik

menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih optimal dan keduanya efisien dalam pakan $FCR < 1.00$. Kangkung mampu tumbuh dengan memanfaatkan limbah budidaya dan mengurangi volume flok, tetapi dapat menjadi hasil tambahan pada produksi ikan lele.

UCAPAN TERIMAKASIH

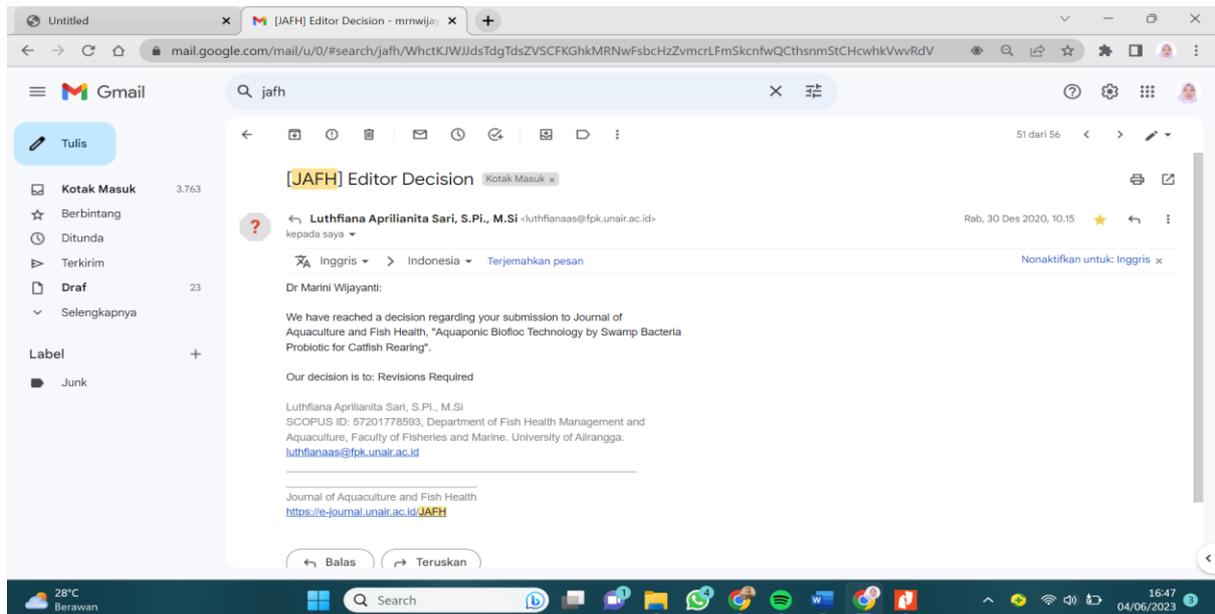
Ucapan terimakasih kepada Universitas Sriwijaya yang telah mendanai program Pengabdian kepada Masyarakat 2019 dalam skema Inovasi, dan kepada seluruh pihak yang membantu hingga penelitian selesai pihak masyarakat desa Sakatiga terutama Bapak Sunarso, SP dan kelompok tani Agribisnis beserta warga Pesantren Raudhatul Ulum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abulias, N., Utarini, S. dan Winarni, E., 2014. Manajemen Kualitas Media Pendederan Lele (*Clarias sp.*) Pada Lahan Terbatas dengan Teknik Bioflok. *Jurnal MIPA*. 37 (1), 16–21.
- Alfia, R.A., Arini, dan Elfitasari, T., 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (3), 86-93.
- Antikah, R. M., 2019. Kepadatan Bakteri, Efisiensi Pakan, dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Diberi Pakan dengan Penambahan Bakteri Kandidat Probiotik Asal Rawa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT)., 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). Sukabumi.
- Boyd, C.E., 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departement Series No.2. Alabama Agramiculture Experiment Station. Auburn University. Alabama.
- Citra, N., 2019. Pengaruh Pemberian Bakteri Asal Rawa Kandidat Probiotik Dalam Pakan Untuk Mencegah Infeksi Bakteri Aeromonas Hydrophila pada Ikan Gabus (*Channa Striata*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for a Sustainable Production. *Jurnal Aquaculture*. 270 (1), 1–14.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2012. Biofloc technology in Aquaculture Beneficial Effects and Future Challenges. *Jurnal Aquaculture*. 1 (1) 351–356.
- DJPB. 2018. Kementerian Kelautan dan Perikanan Selenggarakan Bimbingan Teknis Bantuan Pemerintah Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok [online]. (diakses pada tanggal 20 september 2019)
- Effendie, M.I., 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ekasari, J., 2009. Teknologi Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 8 (2), 117-126.
- Faridah., Diana, S. dan Yuniati., 2019. Budidaya Ikan Lele dengan Metode Bioflok pada Peternak Ikan Lele Konvensional. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (2), 224-226
- Hanley, F., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 93(4), 323-334.
- Hany, H., 2008. Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla Terfermentasi pada Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Produktivitas Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (2), 177–181.
- Kurniawan, A., Asriani, E dan Sari, S. P., 2018. *Bioflok dan Akuaponik untuk Bangka Belitung*. Malang: Media Nusa Kreatif.

- Perdana, T.R., Raza'I, T.S. dan Zulfikar, A., 2015. Tingkat Penyerapan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) Dengan Luasan Wadah Tanam Sistem Akuaponik Yang Berbeda Terhadap Kandungan Amonia (NH₃) Pada Limbah Budidaya Lele. *Jurnal UMRAH*. 1(1), 1-9.
- Pitrianingsih, C., Suminto dan Sarjito. 2014. *Pengaruh Kandidat Probiotik Terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C,N,P dan K Melalui Kultur Lele Dumbo (Clarias gariepinus)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pratama, W, D., 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture*. 1 (1), 27 – 35
- Purwati, S, R., 2017. *Analisis Usaha Budidaya Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Menggunakan Penerapan Sistem Bioflok dan Sistem Konvensional Di Kelurahan Palas Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru Provinsi Riau*. Skripsi. Universitas Negeri Riau.
- Puspita, E.V. dan Sari, R.P., 2018. Effect of different stocking density to growth rate of catfish (*Clarias gariepinus*, burch) cultured in biofloc and *Nitrobacter* media. *Aquasains Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 6(2), 563-568.
- Rimbiyastuti, H., Suwarsono, dan Julianto, A., 2016. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (*NaCl*) Terhadap Pertumbuhan dan Daya Hambat Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 3 (1) 30-33.
- Sayekti, R. S., Prajitno, D., Indradewa, D., 2018. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Daun Kangkung (*Ipomea reptans*) Akuaponik. *Journal of Agriculture Inovation*, 1(1), 15-22.
- Schryver, D., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The Basic of Biofloc Technology: The Added Value for Aquaculture. *Journal Aquaculture*. 27 (1), 125–137.
- Setijaningsih L. 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor
- Simanjuntak, I.C., 2017. Perbedaan Konsentrasi Bakteri Penyusun Bioflok terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 1 (1), 47–56.
- Sucipto, A., Sunarma, A., Yanti, D. H., Maskur. dan Rahmat., 2018. Perbaikan Sistem Budidaya Ikan Nila Melalui Teknologi Bioflok. *Jurnal Perekayasaan Akuakultur Indonesia*. 2 (1) 115 – 128.
- Sukoso., 2002. *Pemanfaatan Mikroalga dalam Industri Pakan Ikan*. Jakarta: Agritek YPN.
- Suryaningrum, F, M., 2014. Aplikasi Teknologi Bioflok Pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*. 1 (1), 1-123.
- Widanarni., Setiawati, M. dan Sukenda., 2008. Bakteri Probiotik Dalam Budidaya Udang: Seleksi, Mekanisme Aksi, Karakterisasi, dan Aplikasinya Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 13 (2), 80-89
- Widanarni., Wahjuningrum, D. dan Puspita, F., 2012. Aplikasi Bakteri Probiotik Melalui Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*. 2 (1), 19 – 29
- Wijayanti, M., Jubaedah, D., Yulistya, O., Tanbiyaskur, Sasanti, A.D., 2020. Optimization of striped snakehead fish (*Channa striata*) culture using swamp microbial combination and nitrification bacteria. *AAFL Bioflux*, 13(2), 1064-1075

Bukti konfirmasi review dan hasil review pertama (30 Desember 2020)



Journal of Aquaculture and Fish Health

← Back to Submissions

23549 / Wijayanti et al. / Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for Clarias Catfish Rearing Library

Workflow | **Publication**

Submission | **Review** | Copyediting | Production

Round 1

Reviewer's Attachments Q Search

92445	Article Text, 23549-90868-1-RV.docx	December 21, 2020	Article Text
93103	Article Text, 23549-90868-1-RV.docx	December 30, 2020	Article Text

Revisions Q Search Upload File

▶ 97208	Article Text, revisi MW JAFH 2021.docx	May 27, 2021	Article Text
---------	--	--------------	--------------

Review Discussions Add discussion

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
▶ Editor Decision	marini_wijayanti 2020-12-30 03:15 AM	marini_wijayanti 2021-03-08 04:06 AM	1	<input type="checkbox"/>

Teknologi Bioflok-Akuaponik dengan probiotik bakteri Asal Rawa pada Budidaya Lele

Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for Catfish Rearing

Marini Wijayanti¹, Mohamad Amin¹, Tanbyaskur¹, Dade Jubaedah¹, Kukuh Jaya¹, M Alman Ziyad¹, Marsi²

¹Prodi Budidaya Perairan/ Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

²Prodi/Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

*mariniwijayanti@fp.unsri.ac.id

Abstrak

Budidaya ikan lele secara konvensional dengan kelangsungan hidup rendah dan pertumbuhan yang kurang optimal menjadi masalah pembudidaya di Ogan Ilir (OI), sehingga produktivitas pembudidaya kurang maksimal. Pendekatan bioflok dan akuaponik dengan starter bakteri rawa lokal OI diharapkan dapat mengatasi masalah budidaya ikan di daerah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan teknologi bioflok dan kombinasi bioflok akuaponik untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias sp.*). Penelitian menggunakan dua kolam yaitu kolam bundar bioflok (P1) dan kolam bundar kombinasi bioflok dan akuaponik (P2) selama dua bulan. Hasil pertumbuhan bobot dan panjang mutlak bulan ke-1 dan ke-2 berturut-turut 7,6-21,4 g dan 6,1-2,4 cm (P1), 7,9-24,2 g dan 6,3-2,5 cm (P2). Nilai FCR 0,94-0,97 (P1) dan 0,97-0,98 (P2). Kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan bulan pertama dan kedua berturut-turut 98%-100% (P1) dan 96%-100% (P2). Data kualitas air secara berurutan yaitu Suhu, DO, pH, NH₃, yaitu 30,3-31,9°C, 4,5-7,2 mg.l⁻¹, 6-7, 0,27-0,71 ppm (P1) dan 29,5-31,3°C, 4,7-7,4 mg.l⁻¹, 6-7, 0,20-0,53 ppm (P2). Pertumbuhan panjang rata-rata kangkung 19,1-18,78 cm dan bobot rata-rata 14,30-20,01 g. Volume flok diakhir pemeliharaan pada bulan pertama dan kedua 16-55 ml.l⁻¹(P1) dan 5-22 ml.l⁻¹(P2). Kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih optimal dan keduanya efisien dalam pakan (Food Conversion Ratio/FCR < 1,00). Kangkung mampu tumbuh dengan memanfaatkan limbah budidaya dan mengurangi volume flok, tetapi dapat menjadi hasil tambahan pada produksi ikan lele.

Kata kunci : Akuaponik, bioflok, produksi lele *Clarias sp.*

Abstract

Conventional catfish farming with low survival and sub-optimal growth is a problem for cultivators in Ogan Ilir (OI), so that the productivity of cultivators is not optimal. The biofloc and aquaponics approach using the local swamp bacteria starter OI is expected to solve the problem of fish farming in the area. The purpose of this study was to apply biofloc technology and a combination of aquaponic biofloc to increase the growth and productivity of catfish (*Clarias sp.*) culture. The study used two ponds, namely the biofloc circular pool (P1) and the biofloc and aquaponic combined round pool (P2) for two months. The results of the growth in weight and absolute length of the 1st month and the 2nd month, respectively 7,6-21,4 g and 6,1-2,4 cm (P1), 7,9-24,2 g and 6,3-2,5 cm (P2). FCR values were 0,94-0,97 (P1) and 0,97-0,98 (P2). Fish survival during the first and second month of rearing was 98%-100% (P1) and 96%-100% (P2), respectively. Sequential water quality data were temperature, DO, pH, NH₃, namely 30,3-31,9°C, 4,5-7,2 mg.l⁻¹, 6-7, 0,27-0,71 ppm (P1) and 29,5-31,3°C, 4,7-7,4 mg.l⁻¹, 6-7, 0,20-0,53 ppm (P2). The average length growth of kangkung is 19,1-18,78 cm and the average weight is 14,30-20,01 g. Floc volume at the end of maintenance in the first and second month was 16-55 ml.l⁻¹(P1) and 5-22 ml.l⁻¹(P2). The combination of biofloc and aquaponics showed more optimal growth performance and both were efficient in feed FCR < 1,00. Water spinach is able to grow by utilizing aquaculture waste and reducing floc volume, but it can be an additional product in catfish production.

Keywords : Aquaponic, biofloc, catfish *Clarias sp.* production.

PENDAHULUAN

Kabupaten Ogan Ilir memiliki wilayah administrasi berupa desa, kelurahan dan dusun. Kabupaten Ogan Ilir terdiri dari 16 kecamatan, 227 desa, 14 kelurahan dan 660 dusun. Desa Sakatiga merupakan suatu desa yang terdapat di kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir yang memiliki potensial untuk dilakukan pengembangan bidang perikanan dan agribisnis terutama di budidaya ikan perairan rawa. Permasalahan yang sering dialami oleh pembudidaya ikan termasuk yang dihadapi oleh kelompok pembudidaya ikan di desa Sakatiga saat ini adalah sistem akuakultur untuk mendukung pertumbuhan dan produksi ikan yang lebih produktif terutama komoditas budidaya ikan air tawar ikan lele.

Budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) secara konvensional yang berada di desa Sakatiga memiliki masalah yaitu kelulushidupan tergolong rendah sehingga produktivitas juga rendah. Sesuai DJPB (2018), budidaya secara konvensional padat tebar yang disarankan hanya 100 ekor/m³ dan budidaya secara konvensional dengan padat tebar rendah yang diterapkan masyarakat pada umumnya akan mendapatkan hasil produksi yang kurang optimal maka untuk mengatasi masalah tersebut perlu teknologi bioflok untuk meningkatkan produksi ikan lele (*Clarias sp.*) (Purwati *et al.*, 2017). Sistem bioflok efektif mampu mendorong produktivitas ikan lele 3000 ekor dengan berat 96 – 110 kg. Metode ini juga menghasilkan bobot ikan lebih berat 20% dengan masa panen lebih cepat sekitar 20% (2,5 bulan) dari metode konvensional (Faridah *et al.*, 2019), dan FCR kurang dari 1,00 (BBP BAT, 2005).

Teknologi bioflok pada prinsipnya memanfaatkan mikroba berupa bakteri heterotrof terseleksi untuk manajemen kualitas air berdasarkan kemampuan bakteri tersebut dalam menguraikan N organik dan anorganik (Ekasari, 2009). Bakteri heterotrof penyusun bioflok diantaranya yaitu *Bacillus sp.*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, dan *Lactobacillus sp.* (Simanjuntak, 2017). Pembentukan flok tidak hanya tersusun dari bakteri heterotrof pembentuk flok dan bakteri berfilamen namun juga dari zooplankton, mikro alga, fungi, partikel tersuspensi dan detritus (Schryver *et al.*, 2008). Proses pembentukan flok terjadi oleh aktifitas enzim yang diekresikan bakteri untuk mendekomposisi bahan organik sebagai sumber energi bagi pertumbuhan sel, sel mengekresikan senyawa-senyawa metabolit sekunder berupa lendir, biopolimer, peptida dan lipid, yang terakumulasi disekitar sel dan terikat membentuk kumpulan disebut flok yang dapat menjadi sumber makanan bagi udang dan ikan (Crab *et al.*, 2007).

Budidaya dengan padat tebar tinggi dikenal sangat cepat terjadi penurunan kualitas air yang disebabkan penumpukan bahan organik. Penurunan kualitas air ditandai dengan air menjadi berbau, konsentrasi amoniak meningkat dan nafsu makan ikan menurun. Untuk memperbaiki kualitas air dapat dilakukan pergantian air atau dilakukan filtrasi sehingga dapat mengurangi kepekatan limbah dimedia budidaya. Filtrasi dapat dilakukan dengan cara pencampuran sistem akuaponik. Penerapan akuaponik yang merupakan perpaduan budidaya ikan dengan hidroponik yang memanfaatkan limbah budidaya sebagai nutrient bagi tanaman hidroponik. Akuaponik dapat membantu menurunkan konsentrasi nitrat melalui pemanfaatan langsung nitrat oleh tanaman (Pratama, 2017). Akuaponik pada prinsipnya untuk mengoptimalkan lahan yang sempit agar mendapatkan hasil yang maksimal yaitu ikan dan tanaman. Perpaduan bioflok dan akuaponik akan membantu dalam menjaga kualitas air dalam budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) sehingga dapat mengoptimalkan budidaya dengan padat tebar 500 ekor/m³ sebagaimana penelitian optimasi padat tebar budidaya lele sistem bioflok dan *Nitrobaacter* oleh Puspita dan Sari (2018) yang mendukung laju pertumbuhan spesifik tertinggi dan FCR terendah. Budidaya ikan dengan sistem bioflok telah terbukti meningkatkan efisiensi pakan sehingga menurunkan biaya pakan (Abulias *et al.*, 2014) dan akuaponik membantu menjaga kualitas air dan menambah hasil panen berupa sayuran sehingga kombinasi dari teknologi bioflok dan akuaponik dalam budidaya ikan lele dirasa tepat sebagai solusi untuk

Commented [A1]: Mohon dicek kesalahan penulisan di sebagai awalan atau sebagai kata

Formatted: Highlight

Commented [A2]: Kelangsungan hidup dapat diganti dengan sintasan

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Commented [A3]: Penggunaan satuan sebaiknya konsisten tidak dikombinasikan antara ppm dan mg.L⁻¹

Formatted: Highlight

Commented [A4]: Bahasa inggrisnya agar dikonsultasikan ke ahli bahasa

Commented [A5]: Penggunaan satuan dibuat konsisten apakah dalam model ekor/m³ atau ekor.m³. Silakan di cek kembali

Commented [A6]: Kalimat ini tidak jelas maksudnya, agar direkonstruksi lagi kalimatnya agar jelas maksudnya

Formatted: Highlight

peningkatan produksi pembudidaya ikan di desa Sakatiga dan sebagai penyaluran informasi dan teknologi secara umum kepada masyarakat setempat. Tujuan dari studi ini adalah penerapan teknologi bioflok dan akuaponik dalam meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) di pembudidaya ikan Ogan Ilir.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Kegiatan ini dilaksanakan di kelompok tani agribisnis perikanan desa Sakatiga Ogan Ilir pada akhir tahun 2019 sampai awal tahun 2020 di kelompok tani agribisnis perikanan desa Sakatiga Ogan Ilir.

Materi Penelitian

Kegiatan ini menggunakan bahan berupa ikan lele, pakan, probiotik, rock wool, air, garam, kapur dolomit, dan molase. Sedangkan alat yang digunakan kolam bundar, pipa, selang, netpot, pompa air, blower, mistar, timbangan, imhoff cone, pH meter, DO meter, thermometer.

Rancangan Penelitian

Metode pengambilan data penelitian dilakukan eksperimental dengan perlakuan pada dua kolam bundar yang disusun untuk sistem bioflok dan sistem bioflok akuaponik. Ulangan dilakukan terhadap sampling ikan 30 ekor setiap kolam pada pertumbuhan panjang dan bobot. Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali pengulangan pada setiap kolam.

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak diukur dengan cara pengambilan sample ikan dan dilakukan pengukuran panjang awal ikan ketika ditebar dan panjang ikan diakhir pemeliharaan. Pertumbuhan panjang mutlak dapat di hitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

$$Lm = Lt - Lo$$

Keterangan: Lm = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)
Lt = Panjang rata-rata akhir (cm)
Lo = Panjang rata-rata awal (cm)

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak diukur dengan cara pengambilan sample ikan dan dilakukan pengukuran bobot awal ikan ketika ditebar dan bobot ikan diakhir pemeliharaan, di hitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan: Wm = Pertumbuhan bobot mutlak (g)
Wt = Bobot rata-rata akhir (g)
Wo = Bobot rata-rata awal (g)

Rasio Konversi Pakan (FCR/Feed Conversion Ratio)

Rasio konversi pakan menunjukkan efisiensi pakan yang digunakan untuk menaikkan setiap gram berat ikan sebagai pengaruh pemberian pakan. Perhitungan rumus konversi pakan menggunakan rumus berdasarkan Hanley (1991), yaitu:

$$FCR = \frac{F}{Wt+D-Wo} \times 100\%$$

Keterangan: FCR = Feed conversion ratio (%)
F = berat kering pakan yang diberikan (g)
Wt = berat basah ikan akhir pemeliharaan (g)

Wo = berat basah ikan awal pemeliharaan (g)
D = berat basah ikan mati selama pemeliharaan (g)

Kelangsungan hidup (SR/Survival Rate)

Tingkat kelangsungan hidup atau survival rate menunjukkan nilai persentasi kemampuan ikan bertahan hidup pada akhir pemeliharaan. Dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

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

Keterangan: SR = Tingkat kelulus hidupan (%)
Nt = Jumlah ikan hidup pada akhir pemanenan (g)
No = Jumlah ikan hidup pada awal penebaran (g)

Volume Flok

Pengukuran volume flok dilakukan setiap pagi hari pada saat awal dan akhir selama kegiatan pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran dilakukan dengan memasukan sampel air sebanyak 1000 ml kedalam imhoff cone dan diamkan selama 15 menit kemudian flok mengendap pada bagian dasar dan hasil langsung dilihat pada sekala yang ada di imhoff cone. Sesuai dengan rumus Suryaningrum (2014), yaitu:

$$Volume\ flok = \frac{Volume\ flok\ didasar\ imhoff\ cone\ (ml)}{Volume\ sampel\ air\ (l)}$$

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur adalah nilai pH (dengan pH meter), oksigen terlarut (dengan DO meter) dan suhu (dengan thermometer) pada media budidaya. Pengukuran dilakukan setiap 3 kali seminggu selama pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran ammonia dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan dengan metode spektrofotometri.

Prosedur Kerja

Persiapan Kolam

Kolam yang digunakan yaitu kolam terpal berbentuk bundar dengan diameter 2 m, tinggi 1 m dan ketinggian air 0,8 m. Persiapan kolam dilakukan untuk mensucihamakan dapat dengan penyikatan dinding kolam untuk merontokan kotoran di tepian dinding kolam menggunakan sikat plastik dan penjemuran dengan sinar matahari selama 60 menit dengan tujuan untuk membunuh bakteri patogen yang mungkin ada.

Persiapan Air Kolam

Persiapan air kolam pemeliharaan diawali dengan penebaran garam dan kapur. Dosis dari bahan-bahan yang digunakan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Dosis bahan-bahan untuk persiapan air

Nama bahan	Dosis/m ³	Kebutuhan kolam(2,5m ³)
Garam	1 kg	2,5 kg
Kapur	50 g	125 g

Penambahan garam krosok dan molase dengan dosis berdasarkan Sucipto *et al* (2017), yaitu garam krosok 1 kg /m³ air dan dosis kapur 50 g/m³ air. Jadi garam yang ditebar ke dalam kolam sebanyak 2,5 kg dan kapur 125 g. Kedua bahan tersebut terlebih dahulu dilarutkan dengan air hingga homogen kemudian ditebar merata ke dalam air kolam dan selanjutnya air kolam diinkubasi selama 1 hari. Penambahan garam pada media bertujuan untuk membunuh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur akibat dari sifat garam yang mehidrolisis sel mikroba tersebut sehingga sel mikroba mati (Rimbiyastuti *et al.* 2016).

Commented [A7]: Sebutkan spesifikasi bahan dan alat yang digunakan, untuk ikan lele dapat disebutkan bobot awal atau panjang awalnya

Commented [A8]: Ada perlakuan bioflok dan bioflok akuaponik, namun tidak jelas ulangnya. Disain penelitian agar diperjelas, berapa padat tebar awalnya? Metode pemberian pakan, bagaimana membentuk system floknya

Formatted: Indent: First line: 1,27 cm

Commented [A9]: Sebaiknya menggunakan istilah sintasan

Persiapan Media Bioflok

Molase merupakan sumber karbon yang ditebar ke dalam media sebagai nutrisi bagi bakteri heterotrof yang menguraikan bahan organik tersuspensi di media (Crab *et al.*, 2012). Molase ~~sebelum digunakan~~ dimasak ~~sebelum digunakan terlebih dahulu~~ agar untuk memisahkan molase dengan ampasnya ~~juga dan~~ sebagai salah satu cara membunuh bakteri yang ada pada molase. Penambahan molase berdasarkan Sucipto *et al.* (2017) yaitu sebanyak 100 ml per m³ ~~dengan volume media 2,5 m³ jadi volume molase yang ditambahkan sebanyak 250 ml.~~ Molase sesuai dosis dilarutkan dengan air kemudian ditebar merata pada titik aerasi yang ada. Selanjutnya penambahan molase dilakukan 7 hari sekali dengan dosis yang dihitung dengan rumus berdasarkan Sucipto *et al.* (2017), yaitu:

$$\text{Molase ml/L} = \frac{F}{150g} \times 100 \text{ ml}$$

Keterangan: F = Jumlah pakan harian (g)

Probiotik yang digunakan yaitu *Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp. asal rawa, dengan dosis 10⁵ CFU/mL⁻¹ (Wijayanti, 2020). Setelah probiotik dimasukan ke dalam media selanjutnya media diinkubasi selama 7 hari, kemudian ikan lele (*Clarias sp.*) dengan kondisi sehat dapat ditebar dikolam.

Penebaran Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*)

Penebaran ikan pada wadah budidaya **diawali** dengan pengukuran sampel benih ikan lele (*Clarias sp.*) diukur panjang dan bobot pada awal penebaran. Benih yang akan digunakan yaitu ukuran 10 ± 0,5 cm dengan padat penebaran 500 ekor per m³ (Ma'ruf, 2012). Kedua perlakuan yaitu kolam bioflok tanpa akuaponik dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik keduanya ditebar sebanyak 1250 ekor benih ikan lele (*Clarias sp.*). Penebaran ikan lele (*Clarias sp.*) dilakukan pada pagi hari ketika kondisi perairan normal dengan aklimatisasi terlebih dahulu yang bertujuan mengurangi stress pada ikan.

Pemeliharaan dan Pemberian Pakan

Pemeliharaan dilakukan selama 2 bulan, ikan diambil sampel bobot dan panjang setiap minggunya. Pakan yang diberikan dengan protein 30%. Pemberian pakan dengan metode *Feeding rate* (FR) yang diberikan sebanyak 1% dari biomasa selama 4 hari, dan selanjutnya pemberian pakan secara *at satiation*. Pemberian pakan sebanyak 3 kali dalam sehari yaitu pada pagi hari ketika cuaca mulai hangat sekitar pukul 08.00 WIB, siang 12.00 dan sore pukul 16.00 WIB.

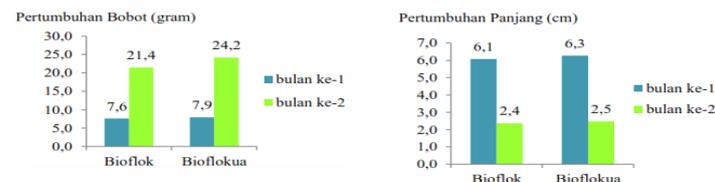
Analisa Data

Analisa data dilakukan secara deskriptif dengan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengambilan data secara langsung atau berdasarkan kegiatan yang dilakukan dan data sekunder yaitu data yang diperoleh melalui jurnal, buku, laporan dan media lainnya sebagai literatur yang menunjang.

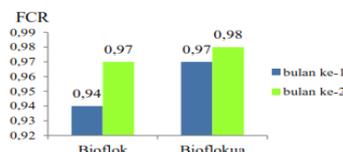
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pertumbuhan panjang dan bobot mutlak serta rasio konversi pakan ikan lele dalam pemeliharaan disajikan pada Gambar 1 dan 2. Data pada Gambar 1 menunjukkan hasil yang diperoleh kolam bioflok yaitu pertumbuhan bobot dan panjang mutlak berturut-turut 7,6 g dan 6,1 cm pada bulan ke-1, 21,4 g dan 2,4 cm pada bulan ke-2. Dari data tersebut kolam bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa yang lebih baik dengan nilai pertumbuhan bobot dan panjang mutlak 7,9 g; 6,3 cm pada bulan pertama dan 24,2 g; 2,5 cm pada bulan kedua. Pertumbuhan dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi dan nafsu makan ikan. Nafsu makan

ikan yang tinggi dapat mendorong kecepatan pertumbuhan ikan dan didukung nutrisi terutama protein dalam pakan. Menurut Alfia *et al.* (2013) penurunan mutu air dapat mempengaruhi nafsu makan ikan mengakibatkan asupan nutrisi tubuh berkurang, pertumbuhan terhambat dan berlangsung lama akan mengakibatkan kematian. Pertumbuhan ikan lele dengan sistem budidaya kombinasi bioflok dan akuaponik memiliki keunggulan yaitu perbaikan kualitas air dengan cara penurunan bahan organik, yang semakin efektif oleh kerja bakteri dan resirkulasi melalui tanaman yang menyebabkan nafsu makan sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kolam bioflok tanpa akuaponik dengan data konsumsi pakan selama pemeliharaan kolam bioflok 9500 g dan kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih tinggi sebanyak 10100 g pada bulan pertama.



Gambar 1. Pertumbuhan panjang dan bobot ikan lele bulan ke-1 dan ke-2



Gambar 2. Rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR) budidaya lele bulan ke-1 dan ke-2

Hal tersebut sesuai dengan Sukoso, (2002) bahwa jumlah pakan yang diberikan dan kualitas pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Peran probiotik memberikan sumbangan protein dan enzim yang berguna untuk membantu pencernaan ikan dapat meningkatkan laju pertumbuhan (Widanarni, 2012).

Feed conversion ratio (FCR) atau rasio konversi pakan adalah perbandingan (rasio) antara berat pakan yang telah diberikan dengan biomasa ikan yang diperoleh dengan satuan berat yang sama. Nilai rasio konversi pakan dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan dan kemampuan ikan dalam menyerap nutrisi pakan menjadi biomasa (Hany, 2008). Semakin kecil nilai rasio konversi pakan menunjukkan efektifitas dan efisiensi pakan yang di berikan semakin tinggi (Sukoso, 2002). Nilai rasio konversi pakan pada kolam bioflok mendapatkan hasil terbaik karena nilai lebih kecil yaitu 0,94(bulan pertama); 0,97(bulan kedua) dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik yaitu 0,97(bulan pertama); 0,98(bulan kedua). Hasil tersebut sesuai dengan DJPB (2018) yang menyatakan dalam budidaya lele dengan sistem bioflok mampu menekan nilai rasio konversi pakan kurang dari 1, yang artinya efisien pakan karena untuk menghasilkan biomasa 1 kg dibutuhkan pakan kurang dari 1 kg. Menurut Widanarni *et al.* (2008) efisiensi pakan yang diperoleh kedua perlakuan disebabkan

Formatted: Highlight

Commented [A10]: Setiap perlakuan, tidak dijelaskan berapa ulangannya. Agar disebutkan ulangannya sehingga menunjukkan kaidah yang sesuai untuk penelitian ilmiah.

Commented [A11]: Data data yang ada agar dianalisis secara statistic, sebutkan metode statistic yang digunakan

Commented [A12]: Terlalu minim data untuk menyimpulkan hal ini

oleh biomasa bioflok yang terbentuk dapat menjadi sumbangan nutrisi atau makanan tambahan bagi kultivan budidaya. Pembentukan bioflok dengan *starter* probiotik asal rawa (*Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp.) diketahui dapat membantu pencernaan dan meningkatkan pertumbuhan ikan (Antika, 2019; Wijayanti *et al*, 2020) dan memperbaiki kandungan nutrisi pakan (Widanarni *et al*, 2012).



Gambar 3. Kolam bundar Bioflok dan Bioflokua

Kualitas Air dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele

Data hasil pengukuran kualitas air di kolam bioflok dan kolam bioflok dengan akuaponik dalam pemeliharaan disajikan pada Tabel 3. Kelangsungan hidup ikan lele di kolam kombinasi bioflok dan akuaponik mendapatkan nilai 96% yang lebih tinggi dari kolam bioflok 92% pada bulan pertama, tetapi 100% keduanya pada bulan kedua.

Tabel 3. Suhu, DO, pH dan kelangsungan hidup ikan lele selama dua bulan pemeliharaan

Parameter	Bioflok		Bioflokua	
	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-1	Bulan ke-2
Suhu°C	30,3-31,5	30,7-31,9	29,5-31,0	30,3-31,3
pH	6,5-7,0	6,0-7,0	6,5-7,0	6,0-7,0
Okgigen terlarut (mg.l ⁻¹)	4,5-7,1	5,4-7,2	4,7-7,4	5,8-7,3
Amonia (mg.l ⁻¹) akhir	tdu	tdu	0,71	0,53
Kelangsungan Hidup (%)	92	96	100	100

Keterangan : tdu : tidak diukur

Bulan pertama kondisi budidaya ikan sistem bioflok masih belum stabil sampai ikan kultivan mampu beradaptasi dengan sistem yang terbentuk. Pada bulan kedua, kondisi ikan lebih stabil sehingga kedua sistem baik bioflok dan bioflokua sudah mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya hingga 100%. Tingginya kelangsungan hidup pada media sirkulasi bioflok yang terintegrasi dengan sistem resirkulasi akuaponik dapat disebabkan adanya sistem penjagaan kualitas air dari tanaman yang mampu memanfaatkan bahan organik sisa metabolisme ikan menjadi nutrient pertumbuhannya dengan bantuan mikroba yang menempel di perakaran tanaman dan media kultur. Menurut Kurniawan *et al*, (2018) sirkulasi air melalui tanaman memberikan manfaat bagi ikan yaitu limbah amonia, nitrit dan nitrat dapat dimanfaatkan tanaman sehingga menurunkan cemaran limbah dengan demikian perairan menjadi optimum bagi ikan.

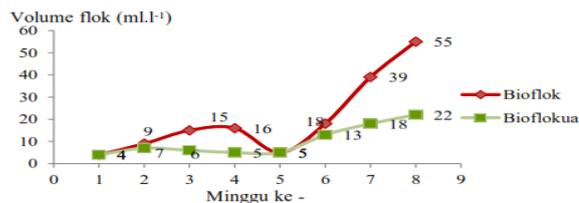
Adapun penyebab kematian ikan lele selama pemeliharaan dapat dipengaruhi oleh perubahan suhu pada musim kemarau ke penghujan yang menyebabkan ikan stres akibat suhu

cuaca terik dan diguyur hujan biasanya berdampak pada kolam *outdoor* dengan ketinggian air dibawah satu meter, sesuai dengan Boyd *et al*, (1989) faktor pembatas yang cukup nyata dalam kehidupan ikan adalah perubahan suhu air media pemeliharaan. Stres pada ikan menyebabkan ikan mudah terkena penyakit dan jika berlangsung lama akan menurunkan nafsu makan hingga mengalami kematian. Penurunan pH dan oksigen terlarut dapat menyebabkan kerja probiotik dalam menguraikan bahan organik menurun sehingga akumulasi feses menjadi amonia penguraiannya terhambat dan memungkinkan ikan keracunan amonia (NH₃). Pengukuran amonia selama pemeliharaan setelah dilakukan pergantian air 15 cm dari permukaan air pada minggu ke dua pemeliharaan dan diperoleh nilai konsentrasi amonia kolam bioflok 0,27 ppm dan kolam bioflok dengan akuaponik 0,20 ppm nilai amonia keduanya masih tergolong aman untuk kegiatan budidaya ikan lele <0,8 ppm (BBPBAT, 2005).

Data kualitas air yang disajikan pada tabel diatas menunjukkan kisaran suhu kolam bioflok 30,3-31,9°C dan 29,5-31,3°C kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik. Kedua kolam terjadi penurunan suhu akibat dari perubahan musim dari kemarau ke musim hujan. Suhu pada kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih rendah akibat dari konstruksi wadah tanaman yang berada di atas kolam pemeliharaan. Suhu yang diperoleh pada pemeliharaan tergolong suhu yang standar untuk budidaya lele 22-32°C (BBPBAT, 2005). Konsentrasi oksigen terlarut konsisten menunjukkan kolam kombinasi bioflok dan akuaponik lebih tinggi dengan kisaran 4,7-7,4 mg.l⁻¹ pada bulan pertama; 5,8-7,34 mg.l⁻¹ pada bulan kedua dan kolam bioflok 4,5-7,2 mg.l⁻¹ pada bulan pertama; 5,4-7,2 mg.l⁻¹ pada bulan kedua, sesuai dengan kebutuhan oksigen terlarut ikan lele. Boyd *et al*, (1996) menyatakan bahwa ikan lele dapat tumbuh dengan baik kadar oksigen terlarut 3 mg.l⁻¹. Nilai pH kedua kolam yang diperoleh berkisar antara 6,0-7,0 menunjukkan terjadinya penurunan pH diduga akibat menumpuknya bahan organik dan pengaruh curah hujan. Keseluruhan kualitas air dalam budidaya sistem bioflok maupun kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan hasil yang menunjukkan adanya perbaikan kualitas air dan peningkatan kelangsungan hidup ikan dengan adanya probiotik pembentuk flok (*Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp.) yang mampu menjaga kualitas air dan sekaligus dapat mencegah infeksi patogen (Citra, 2019; Wijayanti *et al*, 2020).

Volume Flok dan Pertumbuhan Kangkung

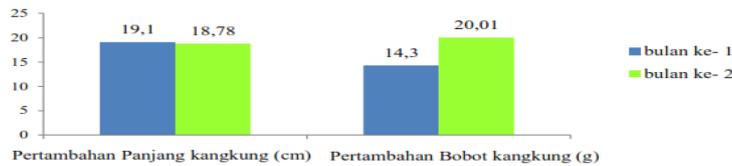
Data hasil pengukuran volume flok dalam pemeliharaan disajikan pada Gambar 4 dan pertumbuhan kangkung pada Gambar 5.



Gambar 4. Volume flok pada kedua sistem kolam Bioflok dan Bioflokua selama pemeliharaan 8 minggu

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran volume flok yang terbentuk diakhir pemeliharaan, untuk kolam bioflok tanpa akuaponik 55 mg.l⁻¹ lebih tinggi dari kolam kombinasi bioflok dan akuaponik yang hanya 22 mg.l⁻¹. Penurunan volume flok terjadi setelah pergantian air dan diduga filtrasi serta pemanfaatan limbah oleh tanaman diakhir pemeliharaan yang semakin

meningkat. Volume flok tentu dipengaruhi oleh bahan organik dan resirkulasi melalui tanaman yang sifatnya menyaring feces ikan dan kemudian akan menurunkan bahan organik diperairan sehingga flok yang terbentuk lebih rendah karena penyerapan bahan organik untuk pertumbuhan tanaman (Sayekti *et al.*, 2018).



Gambar 5. Pertumbuhan panjang dan bobot mutlak kangkung pada sistem BIOFLOKUA

Gambar 5 menampilkan perolehan pertumbuhan panjang dan bobot mutlak kangkung 18,78-19,1 cm dan 14,3-20,1 g dengan total biomasa yang diperoleh antara 5,5-6 kg saat panen setelah usisa 30 hari. Menurut Sayekti *et al.* (2018) budidaya kangkung pada media yang kaya bahan organik akan meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung, dapat berupa limbah budidaya ikan maupun pupuk organik. Adapun keunggulan teknologi bioflok dan akuaponik yaitu tingginya amonia dapat direduksi oleh sayuran kangkung dengan bantuan akar tanaman, mikroba, dan terjadi resirkulasi dan penyerapan unsur hara yang kemudian dapat memperbaiki kualitas air (Setijaningsih, 2009).

Limbah kolam lele yang kaya dengan bahan organik dan dengan adanya peran mikroba akan membantu penguraian amonia menjadi nitrat sehingga pertumbuhan kangkung optimal (Pitrianiingsih *et al.*, 2014). Ketersediaan limbah budidaya dan lancarnya resirkulasi air sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Misanya kangkung yang efektif dapat memanfaatkan nutrient yang dibutuhkan dari limbah budidaya sehingga dapat menurunkan nilai amonia mencapai 0,22 ppm dalam 3 minggu pemeliharaan (Perdana *et al.*, 2015). Untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman kangkung kolam disarankan telah memiliki limbah atau penebaran bibit kangkung minimal 1 minggu setelah pemeliharaan ikan. Dibutuhkan kontrol terhadap aliran air ke akar tanaman agar tetap lancar sehingga suplai oksigen cukup ke akar tanaman, tanaman kangkung umumnya dapat panen dalam 3 bulan budidaya ikan sebanyak 4-5 kali umumnya dapat dipanen mulai umur 18 hari.

KESIMPULAN

Hasil pertumbuhan bobot dan panjang mutlak bulan ke-1 dan bulan ke-2 berturut-turut 7,6-21,4 g dan 6,1-2,4 cm (P1), 7,9-24,2 g dan 6,3-2,5 cm (P2). Nilai FCR 0,94-0,97 (P1) dan 0,97-0,98 (P2). Kelangsunganhidup ikan selama pemeliharaan bulan pertama dan kedua berturut-turut 98%-100% (P1) dan 96%-100% (P2). Pertumbuhan panjang rata-rata kangkung 19,1-18,78 cm dan bobot rata-rata 14,30-20,01 g. Volume flok diakhir pemeliharaan pada bulan pertama dan kedua 16-55 ml.l⁻¹(P1) dan 5-22 ml.l⁻¹(P2). Kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih optimal dan keduanya efisien dalam pakan FCR < 1.00. Kangkung mampu tumbuh dengan memanfaatkan limbah budidaya dan mengurangi volume flok, tetapi dapat menjadi hasil tambahan pada produksi ikan lele.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Universitas Sriwijaya yang telah mendanai program Pengabdian kepada Masyarakat 2019 dalam skema Inovasi, dan kepada seluruh pihak yang membantu hingga penelitian selesai pihak masyarakat desa Sakatiga terutama Bapak Sunarso, SP dan kelompok tani Agribisnis beserta warga Pesantren Raudhatul Ulum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abulias, N., Utarini, S. dan Winarni, E., 2014. Manajemen Kualitas Media Pendederan Lele (*Clarias sp.*) Pada Lahan Terbatas dengan Teknik Bioflok. *Jurnal MIPA*. 37 (1), 16-21.
- Alfia, R.A., Arini, dan Elfitasari, T., 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (3), 86-93.
- Antikah, R. M., 2019. Kepadatan Bakteri, Efisiensi Pakan, dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Diberi Pakan dengan Penambahan Bakteri Kandidat Probiotik Asal Rawa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPAT), 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). Sukabumi.
- Boyd, C.E., 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departement Series No.2. Alabama Agramiculture Experiment Station. Auburn University. Alabama.
- Citra, N., 2019. Pengaruh Pemberian Bakteri Asal Rawa Kandidat Probiotik Dalam Pakan Untuk Mencegah Infeksi Bakteri Aeromonas Hydrophila pada Ikan Gabus (*Channa Striata*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for a Sustainable Production. *Jurnal Aquaculture*. 270 (1), 1-14.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2012. Biofloc technology in Aquaculture Beneficial Effects and Future Challenges. *Jurnal Aquaculture*. 1 (1) 351-356.
- DJPB. 2018. Kementerian Kelautan dan Perikanan Selenggarakan Bimbingan Teknis Bantuan Pemerintah Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok [online]. (diakses pada tanggal 20 september 2019)
- Effendie, M.I., 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ekasari, J., 2009. Teknolog Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 8 (2), 117-126.
- Faridah, Diana, S. dan Yuniati., 2019. Budidaya Ikan Lele dengan Metode Bioflok pada Peternak Ikan Lele Konvensional. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (2), 224-226
- Hanley, F., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 93(4), 323-334.
- Hany, H., 2008. Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla Terfermentasi pada Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Produktivitas Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (2), 177-181.
- Kurniawan, A., Asriani, E dan Sari, S. P., 2018. *Bioflok dan Akuaponik untuk Bangka Belitung*. Malang: Media Nusa Kreatif.
- Perdana, T.R., Raza'I, T.S dan Zulfikar, A., 2015. Tingkat Penyerapan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) Dengan Luasan Wadah Tanam Sistem Akuaponik Yang Berbeda Terhadap Kandungan Amonia (NH₃) Pada Limbah Budidaya Lele. *Jurnal UMRAH*. 1(1), 1-9.

- Pitrianiingsih, C., Suminto dan Sarjito. 2014. Pengaruh Kandidat Probiotik Terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C,N,P dan K Melalui Kultur Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pratama, W. D., 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture*. 1 (1), 27 – 35
- Purwati, S. R., 2017. Analisis Usaha Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Menggunakan Penerapan Sistem Bioflok dan Sistem Konvensional Di Kelurahan Palas Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru Provinsi Riau. Skripsi. Universitas Negeri Riau.
- Puspita, E.V. dan Sari, R.P., 2018. Effect of different stocking density to growth rate of catfish (*Clarias gariepinus*, burch) cultured in biofloc and *Nitrobacter* media. *Aquasains Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 6(2), 563-568.
- Rimbiyastuti, H., Suwarsono, dan Julianto, A., 2016. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (*NaCl*) Terhadap Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (*NaCl*) Terhadap Daya Hambat Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 3 (1) 30-33.
- Sayekti, R. S., Prajitno, D., Indradewa, D., 2018. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Daun Kangkung (*Ipomea reptans*) Akuaponik. *Journal of Agriculture Innovation*, 1(1), 15-22.
- Schryver, D., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The Basic of Biofloc Technology: The Added Value for Aquaculture. *Journal Aquaculture*. 27 (1), 125-137.
- Setijaningsih L. 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor
- Simanjuntak, I.C., 2017. Perbedaan Konsentrasi Bakteri Penyusun Bioflok terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 1 (1), 47-56.
- Sucipto, A., Sunarma, A., Yanti, D. H., Maskur, dan Rahmat., 2018. Perbaikan Sistem Budidaya Ikan Nila Melalui Teknologi Bioflok. *Jurnal Perencanaan Akuakultur Indonesia*. 2 (1) 115 – 128.
- Sukoso., 2002. *Pemanfaatan Mikroalga dalam Industri Pakan Ikan*. Jakarta: Agritek YPN.
- Suryaningrum, F. M., 2014. Aplikasi Teknologi Bioflok Pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*. 1 (1), 1-123.
- Widanarni., Setiawati, M. dan Sukenda., 2008. Bakteri Probiotik Dalam Budidaya Udang: Seleksi, Mekanisme Aksi, Karakterisasi, dan Aplikasinya Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 13 (2), 80-89
- Widanarni., Wahjuningrum, D. dan Puspita, F., 2012. Aplikasi Bakteri Probiotik Melalui Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*. 2 (1), 19 – 29
- Wijayanti, M., Jubaedah, D., Yulistya, O., Tanbiyaskur, Sasanti, A.D., 2020. Optimization of striped snakehead fish (*Channa striata*) culture using swamp microbial combination and nitrification bacteria. *AACL Bioflux*, 13(2), 1064-1075

MAJOR REVISION:
MOHON WALAU MENGGUNAKAN DATA PKL TETAPI DATA BISA DIUJI
STATISTIK DAN DILENGKAPI DENGAN PEMBAHASAN YANG DETAIL
SEHINGGA AKAN MENJADI ARTIKEL ILMIAH BERKUALITAS.

Teknologi Bioflok-Akuaponik dengan probiotik bakteri Asal Rawa pada Budidaya Lele
Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for Catfish Rearing
Abstrak

Budidaya ikan lele secara konvensional dengan kelangsungan hidup rendah dan pertumbuhan yang kurang optimal menjadi masalah pembudidaya di Ogan Ilir (OI), sehingga produktivitas pembudidaya kurang maksimal. Pendekatan bioflok dan akuaponik dengan starter bakteri rawa lokal OI diharapkan dapat mengatasi masalah budidaya ikan di daerah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan teknologi bioflok dan kombinasi bioflok akuaponik untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias sp.*). Penelitian menggunakan dua kolam yaitu kolam bundar bioflok (P1) dan kolam bundar kombinasi bioflok dan akuaponik (P2) selama dua bulan. Hasil pertumbuhan bobot dan panjang mutlak bulan ke-1 dan bulan ke-2 berturut-turut 7,6-21,4 g dan 6,1-2,4 cm (P1), 7,9-24,2 g dan 6,3-2,5 cm (P2). Nilai FCR 0,94-0,97 (P1) dan 0,97-0,98 (P2). Kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan bulan pertama dan kedua berturut-turut 98%-100% (P1) dan 96%-100% (P2). Data kualitas air secara berurutan yaitu Suhu, DO, pH, NH₃ yaitu 30,3-31,9°C, 4,5-7,2 mg.l⁻¹, 6-7, 0,27-0,71 ppm (P1) dan 29,5-31,3°C, 4,7-7,4mg.l⁻¹, 6-7, 0,20-0,53 ppm (P2). Pertumbuhan panjang rata-rata kangkung 19,1-18,78 cm dan bobot rata-rata 14,30-20,01 g. Volume flok diakhir pemeliharaan pada bulan pertama dan kedua 16-55 ml.l⁻¹(P1) dan 5-22 ml.l⁻¹(P2). Kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih optimal dan keduanya efisien dalam pakan (Food Conversion Ratio/FCR < 1.00). Kangkung mampu tumbuh dengan memanfaatkan limbah budidaya dan mengurangi volume flok, tetapi dapat menjadi hasil tambahan pada produksi ikan lele.

Kata kunci : Akuaponik, bioflok, produksi lele *Clarias sp.*

Commented [D1]: Persingkat

Commented [D2]: Tambahkan hasil statistik

Abstract

Conventional catfish farming with low survival and sub-optimal growth is a problem for cultivators in Ogan Ilir (OI), so that the productivity of cultivators is not optimal. The biofloc and aquaponics approach using the local swamp bacteria starter OI is expected to solve the problem of fish farming in the area. The purpose of this study was to apply biofloc technology and a combination of aquaponic biofloc to increase the growth and productivity of catfish (*Clarias sp.*) culture. The study used two ponds, namely the biofloc circular pool (P1) and the biofloc and aquaponic combined round pool (P2) for two months. The results of the growth in weight and absolute length of the 1st month and the 2nd month, respectively 7,6-21,4 g and 6,1-2,4 cm (P1), 7,9-24,2 g and 6, 3-2,5 cm (P2). FCR values were 0,94-0,97 (P1) and 0,97-0,98 (P2). Fish survival during the first and second month of rearing was 98% -100% (P1) and 96% -100% (P2), respectively. Sequential water quality data were temperature, DO, pH, NH₃, namely 30.3-31.9oC, 4.5-7.2 mg.l-1, 6-7, 0.27-0.71 ppm (P1) and 29.5-31.3oC, 4.7-7.4mg.l-1, 6-7, 0.20-0.53 ppm (P2). The average length growth of kale is 19.1-18.78 cm and the average weight is 14.30-20.01 g. Floc volume at the end of maintenance in the first and second month was 16-55 ml.l-1(P1) and 5-22 ml.l-1(P2). The combination of biofloc and aquaponics showed more optimal growth performance and both were efficient in feed FCR <1.00. Water spinach is able to grow by utilizing aquaculture waste and reducing flock volume, but it can be an additional product in catfish production.

Keywords : Aquaponic, biofloc, catfish *Clarias sp.* production.

PENDAHULUAN

Kabupaten Ogan Ilir memiliki wilayah administrasi berupa desa, kelurahan dan dusun. Kabupaten Ogan Ilir terdiri dari 16 kecamatan, 227 desa, 14 kelurahan dan 660 dusun. Desa Sakatiga merupakan suatu desa yang terdapat di kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir yang memiliki potensial untuk dilakukan pengembangan bidang perikanan dan agribisnis terutama di budidaya ikan perairan rawa. Permasalahan yang sering dialami oleh pembudidaya ikan termasuk yang dihadapi oleh kelompok pembudidaya ikan di desa Sakatiga saat ini adalah sistem akuakultur untuk mendukung pertumbuhan dan produksi ikan yang lebih produktif terutama komoditas budidaya ikan air tawar ikan lele.

Budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) secara konvensional yang berada di desa Sakatiga memiliki masalah yaitu kelulushidupan tergolong rendah sehingga produktifitas juga rendah. Sesuai DJPB (2018), budidaya secara konvensional padat tebar yang disarankan hanya 100 ekor/m³ dan budidaya secara konvensional dengan padat tebar rendah yang diterapkan masyarakat pada umumnya akan mendapatkan hasil produksi yang kurang optimal maka untuk mengatasi masalah tersebut perlu teknologi bioflok untuk meningkatkan produksi ikan lele (*Clarias sp.*) (Purwati *et al.*, 2017). Sistem bioflok efektif mampu mendongkrak produktivitas ikan lele 3000 ekor dengan berat 96 – 110 kg. Metode ini juga menghasilkan bobot ikan lebih berat 20% dengan masa panen lebih cepat sekitar 20% (2,5 bulan) dari metode konvensional (Faridah *et al.*, 2019), dan FCR kurang dari 1.00 (BBPBAT, 2005).

Teknologi bioflok pada prinsipnya memanfaatkan mikroba berupa bakteri heterotrof terseleksi untuk manajemen kualitas air berdasarkan kemampuan bakteri tersebut dalam menguraikan N organik dan anorganik (Ekasari, 2009). Bakteri heterotrof penyusun bioflok diantaranya yaitu *Bacillus sp.*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polmyxa*, dan *Lactobacillus sp.* (Simanjuntak, 2017). Pembentukan flok tidak hanya tersusun dari bakteri heterotrof pembentuk flok dan bakteri berfilamen namun juga dari zooplankton, mikro alga, fungi, partikel tersuspensi dan detritus (Schryver *et al.*, 2008). Proses pembentukan flok terjadi oleh aktifitas enzim yang diekresikan bakteri untuk mendekomposisi bahan organik sebagai sumber energi bagi pertumbuhan sel, sel mengekresikan senyawa-senyawa metabolit sekunder berupa lendir, biopolimer, peptida dan lipid, yang terakumulasi disekitar sel dan terikat membentuk kumpulan disebut flok yang dapat menjadi sumber makanan bagi udang dan ikan (Crab *et al.*, 2007).

Budidaya dengan padat tebar tinggi dikenal sangat cepat terjadi penurunan kualitas air yang disebabkan penumpukan bahan organik. Penurunan kualitas air ditandai dengan air menjadi berbau, konsentrasi amoniak meningkat dan nafsu makan ikan menurun. Untuk memperbaiki kualitas air dapat dilakukan pergantian air atau dilakukan filtrasi sehingga dapat mengurangi kepekatan limbah dimedia budidaya. Filtrasi dapat dilakukan dengan cara penerapan sistem akuaponik. Penerapan akuaponik yang merupakan perpaduan budidaya ikan dengan hidroponik yang memanfaatkan limbah budidaya sebagai nutrisi bagi tanaman hidroponik. Akuaponik dapat membantu menurunkan konsentrasi nitrat melalui pemanfaatan langsung nitrat oleh tanaman (Pratama, 2017). Akuaponik pada prinsipnya untuk mengoptimalkan lahan yang sempit agar mendapatkan hasil yang maksimal yaitu ikan dan tanaman. Perpaduan bioflok dan akuaponik akan membantu dalam menjaga kualitas air dalam budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) sehingga dapat mengoptimalkan budidaya dengan padat tebar 500 ekor/m³ sebagaimana penelitian optimasi padat tebar budidaya lele sistem bioflok dan

Nitrobacter oleh Puspita dan Sari (2018) yang mendukung laju pertumbuhan spesifik tertinggi dan FCR terendah. Budidaya ikan dengan sistem bioflok telah terbukti meningkatkan efisiensi pakan sehingga menurunkan biaya pakan (Abulias *et al.*, 2014) dan akuaponik membantu menjaga kualitas air dan menambah hasil panen berupa sayuran sehingga kombinasi dari teknologi bioflok dan akuaponik dalam budidaya ikan lele dirasa tepat sebagai solusi untuk peningkatan produksi pembudidaya ikan di desa Sakatiga dan sebagai penyaluran informasi dan teknologi secara umum kepada masyarakat setempat. Tujuan dari studi ini adalah penerapan teknologi bioflok dan akuaponik dalam meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) di pembudidaya ikan Ogan Ilir.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Kegiatan ini dilaksanakan pada akhir tahun 2019 sampai awal tahun 2020 di kelompok tani agribisnis perikanan desa Sakatiga Ogan Ilir.

Materi Penelitian

Kegiatan ini menggunakan bahan berupa ikan lele, pakan, probiotik, rock wool, air, garam, kapur dolomit, dan molase. Sedangkan alat yang digunakan kolam bundar, pipa, selang, netpot, pompa air, blower, mistar, timbangan, imhoff cone, pH meter, DO meter, thermometer.

Rancangan Penelitian

Metode pengambilan data penelitian dilakukan eksperimental dengan perlakuan pada dua kolam bundar yang disusun untuk sistem bioflok dan sistem bioflok akuaponik. Ulangan dilakukan terhadap sampling ikan 30 ekor setiap kolam pada pertumbuhan panjang dan bobot. Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali pengulangan pada setiap kolam.

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak diukur dengan cara pengambilan sample ikan dan dilakukan pengukuran panjang awal ikan ketika ditebar dan panjang ikan diakhir pemeliharaan. Pertumbuhan panjang mutlak dapat di hitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

$$Lm = Lt - Lo$$

Keterangan: Lm = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)
Lt = Panjang rata-rata akhir (cm)
Lo = Panjang rata-rata awal (cm)

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak diukur dengan cara pengambilan sample ikan dan dilakukan pengukuran bobot awal ikan ketika ditebar dan bobot ikan diakhir pemeliharaan, di hitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan: Wm = Pertumbuhan bobot mutlak (g)
Wt = Bobot rata-rata akhir (g)
Wo = Bobot rata-rata awal (g)

Rasio Konversi Pakan (FCR/Feed Conversion Ratio)

Rasio konversi pakan menunjukkan efisiensi pakan yang digunakan untuk menaikkan

Commented [D3]: Pendahuluan dipersingkat, diperdetail dan dengan referensi yang sesuai. Terdiri dari: Masalah
Solusi
Referensi2 penunjang
Keterebarhan penelitian

Commented [D4]: Persingkat

Commented [D5]: Bulan apa saja, jelaskan?

Commented [D6]: Tambahkan statistik

setiap gram berat ikan sebagai pengaruh pemberian pakan. Perhitungan rumus konversi pakan menggunakan rumus berdasarkan Hanley (1991), yaitu:

$$FCR = \frac{F}{Wt+D-Wo} \times 100\%$$

Keterangan: FCR = Feed conversion ratio (%)

F = berat kering pakan yang diberikan (g)
 Wt = berat basah ikan akhir pemeliharaan (g)
 Wo = berat basah ikan awal pemeliharaan (g)
 D = berat basah ikan mati selama pemeliharaan (g)

Kelangsungan hidup (SR/Survival Rate)

Tingkat kelangsungan hidup atau *survival rate* menunjukkan nilai persentasi kemampuan ikan bertahan hidup pada akhir pemeliharaan. Dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

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

Keterangan: SR = Tingkat kelulus hidupan (%)
 Nt = Jumlah ikan hidup pada akhir pemanenan (g)
 No = Jumlah ikan hidup pada awal penebaran (g)

Volume Flok

Pengukuran volume flok dilakukan setiap pagi hari pada saat awal dan akhir selama kegiatan pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran dilakukan dengan memasukan sampel air sebanyak 1000 ml kedalam *imhoff cone* dan diamkan selama 15 menit kemudian flok mengendap pada bagian dasar dan hasil langsung dilihat pada sekala yang ada di *imhoff cone*. Sesuai dengan rumus Suryaningrum (2014), yaitu:

$$\text{Volume flok} = \frac{\text{Volume flok didasar imhoff cone (ml)}}{\text{Volume sampel air (l)}}$$

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur adalah nilai pH (dengan pH meter), oksigen terlarut (dengan DO meter) dan suhu (dengan thermometer) pada media budidaya. Pengukuran dilakukan setiap 3 kali seminggu selama pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran ammonia dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan dengan metode spektrofotometri.

Prosedur Kerja

Persiapan Kolam

Kolam yang digunakan yaitu kolam terpal berbentuk bundar dengan diameter 2 m, tinggi 1 m dan ketinggian air 0,8 m. Persiapan kolam dilakukan untuk mensucihamakan dapat dengan penyikatan dinding kolam untuk merontokan kotoran di tepian dinding kolam menggunakan sikat plastik dan penjemuran dengan sinar matahari selama 60 menit dengan tujuan untuk membunuh bakteri patogen yang mungkin ada.

Persiapan Air Kolam

Persiapan air kolam pemeliharaan diawali dengan penebaran garam dan kapur. Dosis dari bahan-bahan yang digunakan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Dosis bahan-bahan untuk persiapan air

Nama bahan	Dosis/m ³	Kebutuhan kolam(2,5m ³)
Garam	1 kg	2,5 kg
Kapur	50 g	125 g

Penambahan garam krosok dan molase dengan dosis berdasarkan Sucipto *et al* (2017), yaitu garam krosok 1 kg /m³ air dan dosis kapur 50 g/m³ air. Jadi garam yang ditebar ke dalam kolam sebanyak 2,5 kg dan kapur 125 g kedua bahan ini terlebih dahulu dilarutkan dengan air hingga homogen kemudian ditebar merata ke dalam air kolam, selanjutnya air kolam diinkubasi selama 1 hari. Penambahan garam pada media bertujuan untuk membunuh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur akibat dari sifat garam yang mehidrolisis sel mikroba tersebut sehingga sel mikroba mati (Rimbiyastuti *et al.* 2016).

Persiapan Media Bioflok

Molase merupakan sumber karbon yang ditebar ke dalam media sebagai nutrient bagi bakteri heterotrof yang menguraikan bahan organik tersuspensi di media (Crab *et al.* 2012). Molase sebelum digunakan dimasak terlebih dahulu agar memisahkan molase dengan ampasnya juga sebagai salah satu cara membunuh bakteri yang ada pada molase. Penambahan molase berdasarkan Sucipto *et al* (2017) yaitu sebanyak 100 ml per m³ dengan volume media 2,5 m³ jadi volume molase yang ditambahkan sebanyak 250 ml. Molase sesuai dosis dilarutkan dengan air kemudian ditebar merata pada titik aerasi yang ada. Selanjutnya penambahan molase dilakukan 7 hari sekali dengan dosis yang dihitung dengan rumus berdasarkan Sucipto *et al* (2017), yaitu:

$$\text{Molase ml/L} = \frac{F}{150g} \times 100 \text{ ml}$$

Keterangan: F = Jumlah pakan harian (g)

Probiotik yang digunakan yaitu *Bacillus sp.* dan *Streptomyces sp.* asal rawa, dengan dosis 10⁵ CFU/mL⁻¹ (Wijayanti, 2020). Setelah probiotik dimasukan ke dalam media selanjutnya media diinkubasi selama 7 hari, kemudian ikan lele (*Clarias sp.*) dengan kondisi sehat dapat ditebar dikolam..

Penebaran Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*)

Penebaran ikan pada wadah budidaya di awali dengan pengukuran sampel benih ikan lele (*Clarias sp.*) diukur panjang dan bobot pada awal penebaran. Benih yang akan digunakan yaitu ukuran 10 ± 0,5 cm dengan padat penebaran 500 ekor per m³ (Ma'ruf, 2012). Kedua perlakuan yaitu kolam bioflok tanpa akuaponik dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik keduanya ditebar sebanyak 1250 ekor benih ikan lele (*Clarias sp.*). Penebaran ikan lele (*Clarias sp.*) dilakukan pada pagi hari ketika kondisi perairan normal dengan aklimatisasi terlebih dahulu yang bertujuan mengurangi stress pada ikan.

Pemeliharaan dan Pemberian Pakan

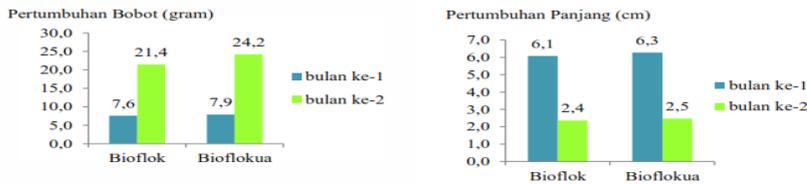
Pemeliharaan dilakukan selama 2 bulan, ikan diambil sampel bobot dan panjang setiap minggunya. Pakan yang diberikan dengan protein 30%. Pemberian pakan dengan metode *Feeding rate* (FR) yang diberikan sebanyak 1% dari biomasa selama 4 hari, dan selanjutnya pemberian pakan secara *at satiation*. Pemberian pakan sebanyak 3 kali dalam sehari yaitu pada pagi hari ketika cuaca mulai hangat sekitar pukul 08.00 WIB, siang 12.00 dan sore pukul 16.00 WIB.

Analisa Data

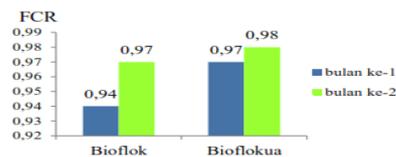
Analisa data dilakukan secara deskriptif dengan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengambilan data secara langsung atau berdasarkan kegiatan yang dilakukan dan data sekunder yaitu data yang diperoleh melalui jurnal, buku, laporan dan media lainnya sebagai literatur yang menunjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pertumbuhan panjang dan bobot mutlak serta rasio konversi pakan ikan lele dalam pemeliharaan disajikan pada Gambar 1 dan 2. Data pada Gambar 1 menunjukkan hasil yang diperoleh kolam bioflok yaitu pertumbuhan bobot dan panjang mutlak berturut-turut 7,6 g dan 6,1 cm pada bulan ke-1, 21,4 g dan 2,4 cm pada bulan ke-2. Dari data tersebut kolam bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa yang lebih baik dengan nilai pertumbuhan bobot dan panjang mutlak 7,9 g; 6,3 cm pada bulan pertama dan 24,2 g; 2,5 cm pada bulan kedua. Pertumbuhan dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi dan nafsu makan ikan. Nafsu makan ikan yang tinggi dapat mendorong kecepatan pertumbuhan ikan dan didukung nutrisi terutama protein dalam pakan. Menurut Alfia *et al.* (2013) penurunan mutu air dapat mempengaruhi nafsu makan ikan mengakibatkan asupan nutrisi tubuh berkurang, pertumbuhan terhambat dan berlangsung lama akan mengakibatkan kematian. Pertumbuhan ikan lele dengan sistem budidaya kombinasi bioflok dan akuaponik memiliki keunggulan yaitu perbaikan kualitas air dengan cara penurunan bahan organik, yang semakin efektif oleh kerja bakteri dan resirkulasi melalui tanaman yang menyebabkan nafsu makan sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kolam bioflok tanpa akuaponik dengan data konsumsi pakan selama pemeliharaan kolam bioflok 9500 g dan kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih tinggi sebanyak 10100 g pada bulan pertama.



Gambar 1. Pertumbuhan panjang dan bobot ikan lele bulan ke-1 dan ke-2



Gambar 2. Rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR) budidaya lele bulan ke-1 dan ke-2

Hal tersebut sesuai dengan Sukoso, (2002) bahwa jumlah pakan yang diberikan dan kualitas pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Peran probiotik memberikan sumbangan protein dan enzim yang berguna untuk membantu pencernaan ikan dapat meningkatkan laju pertumbuhan (Widanarni, 2012).

Feed conversion ratio (FCR) atau rasio konversi pakan adalah perbandingan (rasio) antara berat pakan yang telah diberikan dengan biomassa ikan yang diperoleh dengan satuan berat yang sama. Nilai rasio konversi pakan dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan

dan kemampuan ikan dalam menyerap nutrisi pakan menjadi biomassa (Hany, 2008). Semakin kecil nilai rasio konversi pakan menunjukkan efektifitas dan efisiensi pakan yang di berikan semakin tinggi (Sukoso, 2002). Nilai rasio konversi pakan pada kolam bioflok mendapatkan hasil terbaik karena nilai lebih kecil yaitu 0,94(bulan pertama); 0,97(bulan kedua) dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik yaitu 0,97(bulan pertama); 0,98(bulan kedua). Hasil tersebut sesuai dengan DJPB (2018) yang menyatakan dalam budidaya lele dengan sistem bioflok mampu menekan nilai rasio konversi pakan kurang dari 1, yang artinya efisien pakan karena untuk menghasilkan biomassa 1 kg dibutuhkan pakan kurang dari 1 kg. Menurut Widanarni *et al* (2008) efisiensi pakan yang diperoleh kedua perlakuan disebabkan oleh biomassa bioflok yang terbentuk dapat menjadi sumbangan nutrisi atau makanan tambahan bagi kultivan budidaya. Pembentukan bioflok dengan *starter* probiotik asal rawa (*Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp.) diketahui dapat membantu pencernaan dan meningkatkan pertumbuhan ikan (Antika, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020) dan memperbaiki kandungan nutrisi pakan (Widanarni *et al.*, 2012).



Gambar 3. Kolam bundar Bioflok dan Bioflokua

Kualitas Air dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele

Data hasil pengukuran kualitas air di kolam bioflok dan kolam bioflok dengan akuaponik dalam pemeliharaan disajikan pada Tabel 3. Kelangsungan hidup ikan lele di kolam kombinasi bioflok dan akuaponik mendapatkan nilai 96% yang lebih tinggi dari kolam bioflok 92% pada bulan pertama, tetapi 100% keduanya pada bulan kedua.

Tabel 3. Suhu, DO, pH dan kelangsungan hidup ikan lele selama dua bulan pemeliharaan

Parameter	Bioflok		Bioflokua	
	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-1	Bulan ke-2
Suhu°C	30,3-31,5	30,7-31,9	29,5-31,0	30,3-31,3
pH	6,5-7,0	6,0-7,0	6,5-7,0	6,0-7,0
Okgigen terlarut (mg.l ⁻¹)	4,5-7,1	5,4-7,2	4,7-7,4	5,8-7,3
Amonia (mg.l ⁻¹) akhir	tdu	tdu	0,71	0,53
Kelangsungan Hidup (%)	92	96	100	100

Keterangan : tdu : tidak diukur

Bulan pertama kondisi budidaya ikan sistem bioflok masih belum stabil sampai ikan kultivan mampu beradaptasi dengan sistem yang terbentuk. Pada bulan kedua, kondisi ikan lebih

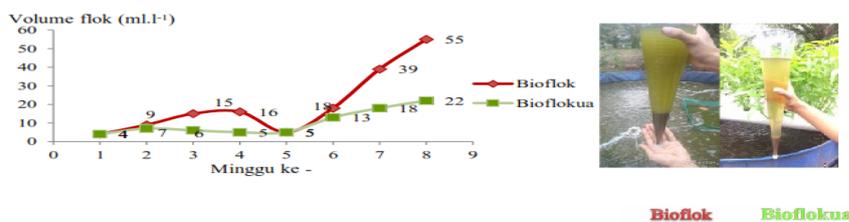
stabil sehingga kedua sistem baik bioflok dan bioflokua sudah mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya hingga 100%. Tingginya kelangsungan hidup pada media sirkulasi bioflok yang terintegrasi dengan sistem resirkulasi akuaponik dapat disebabkan adanya sistem penjagaan kualitas air dari tanaman yang mampu memanfaatkan bahan organik sisa metabolisme ikan menjadi nutrient pertumbuhannya dengan bantuan mikroba yang menempel di perakaran tanaman dan media kultur. Menurut Kurniawan *et al.* (2018) sirkulasi air melalui tanaman memberikan manfaat bagi ikan yaitu limbah amonia, nitrit dan nitrat dapat dimanfaatkan tanaman sehingga menurunkan cemaran limbah dengan demikian perairan menjadi optimum bagi ikan.

Adapun penyebab kematian ikan lele selama pemeliharaan dapat dipengaruhi oleh perubahan suhu pada musim kemarau ke penghujan yang menyebabkan ikan stres akibat suhu cuaca terik dan diguyur hujan biasanya berdampak pada kolam *outdoor* dengan ketinggian air dibawah satu meter, sesuai dengan Boyd *et al.* (1989) faktor pembatas yang cukup nyata dalam kehidupan ikan adalah perubahan suhu air media pemeliharaan. Stres pada ikan menyebabkan ikan mudah terkena penyakit dan jika berlangsung lama akan menurunkan nafsu makan hingga mengalami kematian. Penurunan pH dan oksigen terlarut dapat menyebabkan kerja probiotik dalam menguraikan bahan organik menurun sehingga akumulasi feses menjadi amonia penguraiannya terhambat dan memungkinkan ikan keracunan amonia (NH₃). Pengukuran amonia selama pemeliharaan setelah dilakukan pergantian air 15 cm dari permukaan air pada minggu ke dua pemeliharaan dan diperoleh nilai konsentrasi amonia kolam bioflok 0,27 ppm dan kolam bioflok dengan akuaponik 0,20 ppm nilai amonia keduanya masih tergolong aman untuk kegiatan budidaya ikan lele <0,8 ppm (BBPBAT, 2005).

Data kualitas air yang disajikan pada tabel diatas menunjukkan kisaran suhu kolam bioflok 30,3-31,9°C dan 29,5-31,3°C kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik. Kedua kolam terjadi penurunan suhu akibat dari perubahan musim dari kemarau ke musim hujan. Suhu pada kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih rendah akibat dari konstruksi wadah tanaman yang berada di atas kolam pemeliharaan. Suhu yang diperoleh pada pemeliharaan tergolong suhu yang standar untuk budidaya lele 22-32°C (BBPBAT, 2005). Konsentrasi oksigen terlarut konsisten menunjukkan kolam kombinasi bioflok dan akuaponik lebih tinggi dengan kisaran 4,7-7,4 mg.l⁻¹ pada bulan pertama; 5,8-7,34 mg.l⁻¹ pada bulan kedua dan kolam bioflok 4,5-7,2 mg.l⁻¹ pada bulan pertama; 5,4-7,2 mg.l⁻¹ pada bulan kedua, sesuai dengan kebutuhan oksigen terlarut ikan lele. Boyd *et al.* (1996) menyatakan bahwa ikan lele dapat tubuh dengan baik dikadar oksigen terlarut 3 mg.l⁻¹. Nilai pH kedua kolam yang diperoleh berkisar antara 6,0-7,0 menunjukkan terjadinya penurunan pH diduga akibat menumpuknya bahan organik dan pengaruh curah hujan. Keseluruhan kualitas air dalam budidaya sistem bioflok maupun kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukan hasil yang menunjukkan adanya perbaikan kualitas air dan peningkatan kelangsungan hidup ikan dengan adanya probiotik pembentuk flok (*Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp.) yang mampu menjaga kualitas air dan sekaligus dapat mencegah infeksi patogen (Citra, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020).

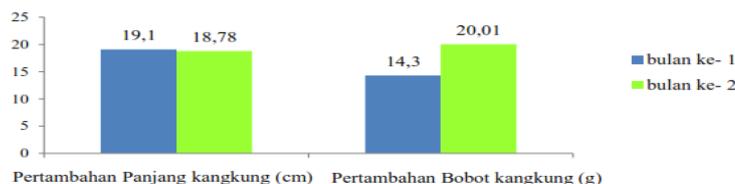
Volume Flok dan Pertumbuhan Kangkung

Data hasil pengukuran volume flok dalam pemeliharaan disajikan pada Gambar 4 dan pertumbuhan kangkung pada Gambar 5.



Gambar 4. Volume flok pada kedua sistem kolam Bioflok dan Bioflokua selama pemeliharaan 8 minggu

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran volume flok yang terbentuk diakhir pemeliharaan, untuk kolam bioflok tanpa akuaponik 55 mg.l⁻¹ lebih tinggi dari kolam kombinasi bioflok dan akuaponik yang hanya 22 mg.l⁻¹. Penurunan volume flok terjadi setelah pergantian air dan diduga filtrasi serta pemanfaatan limbah oleh tanaman diakhir pemeliharaan yang semakin meningkat. Volume flok tentu dipengaruhi oleh bahan organik dan resirkulasi melalui tanaman yang sifatnya menyaring feses ikan dan kemudian akan menurunkan bahan organik diperairan sehingga flok yang terbentuk lebih rendah karena penyerapan bahan organik untuk pertumbuhan tanaman (Sayekti *et al.*, 2018).



Gambar 5. Pertumbuhan panjang dan bobot mutlak kangkung pada sistem BIOFLOKUA

Gambar 5 menampilkan perolehan pertumbuhan panjang dan bobot mutlak kangkung 18,78-19,1 cm dan 14,3-20,1 g dengan total biomasa yang diperoleh antara 5,5-6 kg saat panen setelah usisa 30 hari. Menurut Sayekti *et al.* (2018) budidaya kangkung pada media yang kaya bahan organik akan meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung, dapat berupa limbah budidaya ikan maupun pupuk organik. Adapun keunggulan teknologi bioflok dan akuaponik yaitu tingginya amonia dapat direduksi oleh sayuran kangkung dengan bantuan akar tanaman, mikroba, dan terjadi resirkulasi dan penyerapan unsur hara yang kemudian dapat memperbaiki kualitas air (Setijaningsih, 2009).

Limbah kolam lele yang kaya dengan bahan organik dan dengan adanya peran mikroba akan membantu penguraian amonia menjadi nitrat sehingga pertumbuhan kangkung optimal (Pitrianingsih *et al.*, 2014). Ketersediaan limbah budidaya dan lancarnya resirkulasi air sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Misanya kangkung yang efektif dapat memanfaatkan nutrient yang dibutuhkan dari limbah budidaya sehingga dapat menurunkan nilai amonia mencapai 0,22 ppm dalam 3 minggu pemeliharaan (Perdana *et al.*, 2015). Untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman kangkung kolam disarankan telah memiliki limbah atau penebaran bibit kangkung minimal 1 minggu setelah pemeliharaan ikan. Dibutuhkan kontrol terhadap aliran air ke akar tanaman agar tetap lancar sehingga suplai oksigen cukup ke akar tanaman, tanaman kangkung umumnya dapat panen dalam 3 bulan budidaya ikan sebanyak 4-5 kali umumnya dapat dipanen mulai umur 18 hari.

KESIMPULAN

Hasil pertumbuhan bobot dan panjang mutlak bulan ke-1 dan bulan ke-2 berturut-turut 7,6-21,4 g dan 6,1-2,4 cm (P1), 7,9-24,2 g dan 6,3-2,5 cm (P2). Nilai FCR 0,94-0,97 (P1) dan 0,97-0,98 (P2). Kelangsunganhidup ikan selama pemeliharaan bulan pertama dan kedua berturut-turut 98%-100% (P1) dan 96%-100% (P2). Pertumbuhan panjang rata-rata kangkung 19,1-18,78 cm dan bobot rata-rata 14,30-20,01 g. Volume flok diakhir pemeliharaan pada bulan pertama dan kedua 16-55 ml.l⁻¹(P1) dan 5-22 ml.l⁻¹(P2). Kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih optimal dan keduanya efisien dalam pakan FCR < 1.00. Kangkung mampu tumbuh dengan memanfaatkan limbah budidaya dan mengurangi volume flok, tetapi dapat menjadi hasil tambahan pada produksi ikan lele.

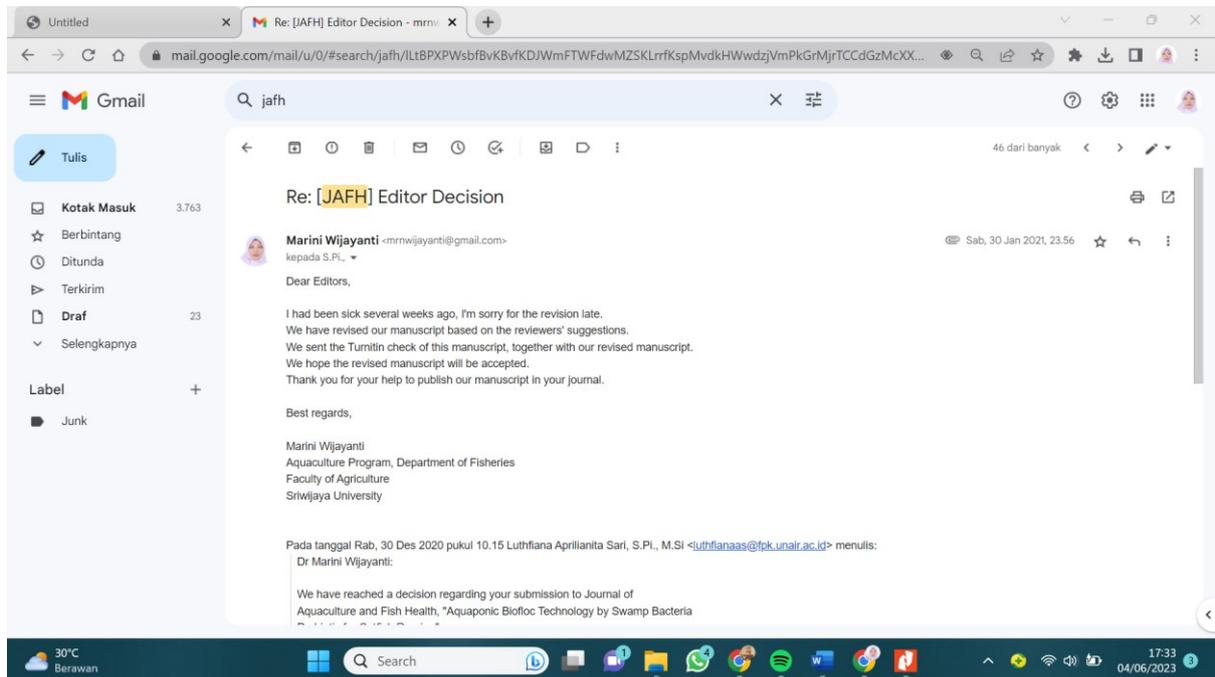
UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Universitas Sriwijaya yang telah mendanai program Pengabdian kepada Masyarakat 2019 dalam skema Inovasi, dan kepada seluruh pihak yang membantu hingga penelitian selesai pihak masyarakat desa Sakatiga terutama Bapak Sunarso, SP dan kelompok tani Agribisnis beserta warga Pesantren Raudhatul Ulum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abulias, N., Utarini, S. dan Winarni, E., 2014. Manajemen Kualitas Media Pendederan Lele (*Clarias sp.*) Pada Lahan Terbatas dengan Teknik Bioflok. *Jurnal MIPA*. 37 (1), 16–21.
- Alfia, R.A., Arini, dan Elfitasari, T., 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (3), 86-93.
- Antikah, R. M., 2019. Kepadatan Bakteri, Efisiensi Pakan, dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Diberi Pakan dengan Penambahan Bakteri Kandidat Probiotik Asal Rawa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT), 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). Sukabumi.
- Boyd, C.E., 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departement Series No.2. Alabama Agraculture Experiment Station. Auburn University. Alabama.
- Citra, N., 2019. Pengaruh Pemberian Bakteri Asal Rawa Kandidat Probiotik Dalam Pakan Untuk Menencegah Infeksi Bakteri Aeromonas Hydrophila pada Ikan Gabus (*Channa Striata*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for a Sustainable Production. *Jurnal Aquaculture*. 270 (1), 1–14.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2012. Biofloc technology in Aquaculture Beneficial Effects and Future Challenges. *Jurnal Aquaculture*. 1 (1) 351–356.
- DJPB. 2018. Kementerian Kelautan dan Perikanan Selenggarakan Bimbingan Teknis Bantuan Pemerintah Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok [online]. (diakses pada tanggal 20 september 2019)
- Effendie, M.I., 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ekasari, J., 2009. Teknologi Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 8 (2), 117-126.
- Faridah., Diana, S. dan Yuniati., 2019. Budidaya Ikan Lele dengan Metode Bioflok pada Peternak Ikan Lele Konvensional. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (2), 224-226
- Hanley, F., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 93(4), 323-334.
- Hany, H., 2008. Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla Terfermentasi pada Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Produktivitas Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (2), 177–181.
- Kurniawan, A., Asriani, E dan Sari, S. P., 2018. *Bioflok dan Akuaponik untuk Bangka Belitung*. Malang: Media Nusa Kreatif.
- Perdana, T.R., Raza'i, T.S. dan Zulfikar, A., 2015. Tingkat Penyerapan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) Dengan Luasan Wadah Tanam Sistem Akuaponik Yang Berbeda Terhadap Kandungan Amonia (NH₃) Pada Limbah Budidaya Lele. *Jurnal UMRAH*. 1(1), 1-9.
- Pitrianiyati, C., Suminto dan Sarjito. 2014. *Pengaruh Kandidat Probiotik Terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C,N,P dan K Melalui Kultur Lele Dumbo (Clarias gariepinus)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pratama, W. D., 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture*. 1 (1), 27 – 35
- Purwati, S. R., 2017. *Analisis Usaha Budidaya Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Menggunakan Penerapan Sistem Bioflok dan Sistem Konvensional Di Kelurahan Palas Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru Provinsi Riau*. Skripsi. Universitas Negeri Riau.
- Puspita, E.V. dan Sari, R.P., 2018. Effect of different stocking density to growth rate of catfish (*Clarias gariepinus*, burch) cultured in biofloc and *Nitrobacter* media. *Aquasains Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 6(2), 563-568.
- Rimbiyastuti, H., Suwarsono, dan Julianto, A., 2016. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (NaCl) Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (NaCl) Terhadap Daya Hambat Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 3 (1) 30-33.
- Sayekti, R. S., Prajitno, D., Indradewa, D., 2018. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Daun Kangkung (*Ipomea reptans*) Akuaponik. *Journal of Agriculture Inovation*, 1(1), 15-22.
- Schryver, D., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The Basic of Biofloc Technology: The Added Value for Aquaculture. *Journal Aquaculture*. 27 (1), 125–137.
- Setijaningsih L. 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor
- Simanjuntak, I.C., 2017. Perbedaan Konsentrasi Bakteri Penyusun Bioflok terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 1 (1), 47–56.
- Sucipto, A., Sunarma, A., Yanti, D. H., Maskur, dan Rahmat., 2018. Perbaikan Sistem Budidaya Ikan Nila Melalui Teknologi Bioflok. *Jurnal Perekayasaan Akuakultur Indonesia*. 2 (1) 115 – 128.
- Sukoso., 2002. *Pemanfaatan Mikroalga dalam Industri Pakan Ikan*. Jakarta: Agritek YPN.
- Suryaningrum, F. M., 2014. Aplikasi Teknologi Bioflok Pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*. 1 (1), 1-123.
- Widanami., Setiawati, M. dan Sukenda., 2008. Bakteri Probiotik Dalam Budidaya Udang: Seleksi, Mekanisme Aksi, Karakterisasi, dan Aplikasinya Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 13 (2), 80-89
- Widanami., Wahjuningrum, D. dan Puspita, F., 2012. Aplikasi Bakteri Probiotik Melalui Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*. 2 (1), 19 – 29
- Wijayanti, M., Jubaedah, D., Yulistya, O., Tanbiyaskur, Sasanti, A.D., 2020. Optimization of striped snakehead fish (*Channa striata*) culture using swamp microbial combination and nitrification bacteria. *ACL Bioflux*, 13(2), 1064-1075

Bukti konfirmasi submit revisi pertama, respon kepada reviewer, dan artikel yang diresubmit (30 Januari 2021)



The screenshot shows a Gmail interface with a search bar containing "jafh". The email list on the left includes "Kotak Masuk" (3,763), "Berbintang", "Ditunda", "Ter kirim", "Draf" (23), "Selengkapnya", and "Junk". The main email is titled "Re: [JAFH] Editor Decision" and is from Marini Wijayanti to S.P.L. The email content is as follows:

Dear Editors,

I had been sick several weeks ago, I'm sorry for the revision late. We have revised our manuscript based on the reviewers' suggestions. We sent the Turnitin check of this manuscript, together with our revised manuscript. We hope the revised manuscript will be accepted. Thank you for your help to publish our manuscript in your journal.

Best regards,

Marini Wijayanti
Aquaculture Program, Department of Fisheries
Faculty of Agriculture
Sriwijaya University

Pada tanggal Rab, 30 Des 2020 pukul 10.15 Luthfiana Aprilianita Sari, S.PI., M.Si <luthfianaas@fjk.unair.ac.id> menulis:
Dr Marini Wijayanti:
We have reached a decision regarding your submission to Journal of Aquaculture and Fish Health, "Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria

The system tray at the bottom shows a temperature of 30°C in Berawan, the time 17:33, and the date 04/06/2023.

Teknologi Bioflok-Akuaponik dengan probiotik bakteri Asal Rawa pada Budidaya Lele Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for Catfish Rearing

Abstrak

Budidaya ikan lele secara konvensional di Ogan Ilir (OI) masih kurang optimal dapat ditingkatkan dengan bioflok dan akuaponik dengan starter bakteri rawa lokal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan teknologi bioflok dan kombinasi bioflok akuaponik untuk meningkatkan produktifitas budidaya ikan lele (*Clarias sp.*). Penelitian menggunakan dua kolam yaitu kolam bundar bioflok dan kolam bundar kombinasi bioflok dan akuaponik (bioflokua) selama dua bulan. Hasil laju pertumbuhan spesifik ikan sistem bioflok akuaponik lebih tinggi dari pada sistem bioflok saja. Kelangsunganhidup ikan selama pemeliharaan dua bulan berturut-turut sistem Bioflokua 100% sedangkan sistem Bioflok 92-96%. Data kualitas air secara berurutan yaitu suhu 30,3–31,9°C, oksigen terlarut 4,5–7,2 mg.l⁻¹, pH 6-7, konsentrasi amonia 0,27-0,71 mg.l⁻¹ pada sistem bioflok dan 29,5-31,3°C, 4,7-7,4 mg.l⁻¹, 6-7, 0,20-0,53 mg.l⁻¹ pada bioflokua. Laju pembentukan volume flok ada sistem bioflok saja mencapai 1,1 ml.l⁻¹ per hari berada diatas laju pembentukan flok sistem bioflokua 0,42 ml.l⁻¹ per hari karena adanya pemanfaatan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih optimal dan keduanya efisien dalam pakan (Food Conversion Ratio/FCR < 1.00). Meskipun hasil uji t taraf 5% menunjukkan tidak ada perbedaan performa biota budidaya antara kedua sistem tersebut, tetapi Bioflokua dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan penghasilan pembudidaya ikan dengan panen sayur dan ikan.

Kata kunci : Akuaponik, bioflok, produksi lele *Clarias sp.*

Conventional catfish culture in Ogan Ilir (OI) have not optimal production, it can be increased by biofloc and aquaponics with local swamp bacteria as a starter. The purpose of this study was to apply biofloc technology and a combination of aquaponic-biofloc to increase the productivity of catfish (*Clarias sp.*) rearing. The study used two ponds, a biofloc circular pond and a combined biofloc and aquaponic (biofloqua) for two months. The results of the specific growth rate of fish in the aquaponic biofloc system were higher than that of the biofloc system alone. The survival of the fish during two rearing months of the Biofloqua system was 100% while the Biofloc system was 92-96%. The water quality data that measured were temperature, 30.3–31.9°C, Dissolved oxygen 4.5–7.2 mg.l⁻¹, pH 6-7, and ammonia concentration 0.27-0.71 mg.l⁻¹ in the biofloc system and 29.5-31.3°C, 4.7-7.4 mg.l⁻¹, pH 6-7, 0.20-0.53 mg.l⁻¹ in biofloqua system, respectively. The floc volume formation rate in the biofloc system alone reached 1.1 ml.l⁻¹ per day, which was above the floc formation rate for the biofloqua system 0.42 ml.l⁻¹ per day, due to the use of nutrients for plant growth. The combination of biofloc and aquaponics showed more optimal growth performance and both were efficient in feed (Food Conversion Ratio / FCR < 1.00). Although the results of the 5% level t test showed no difference in the performance of the aquaculture biota between the two systems, Biofloqua can be an alternative to increase fish farmer income by harvesting vegetables and fish together.

Key words: Aquaponics, biofloc, *Clarias* catfish production.

PENDAHULUAN

Budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) secara konvensional desa Sakatiga memiliki masalah kelangsungan hidup ikan yang tergolong rendah. Pembudidaya ikan desa Sakatiga saat ini membutuhkan sistem akuakultur untuk mendukung pertumbuhan dan produksi ikan yang lebih

produktif terutama komoditas ikan lele di daerah rawa. Sesuai DJPB (2018), budidaya secara konvensional padat tebar 100 ekor/m³. Untuk mendapatkan hasil produksi yang optimal maka perlu teknologi bioflok untuk meningkatkan produksi ikan lele (*Clarias* sp.) dengan padat tebar 500 ekor/m³ (Purwati *et al*, 2017).. Metode ini juga menghasilkan bobot ikan lebih berat 20% dengan masa panen lebih cepat sekitar 20% (2,5 bulan) dari metode konvensional (Faridah *et al*, 2019), dan FCR kurang dari 1.00 (BBPBAT, 2005).

Teknologi bioflok pada prinsipnya memanfaatkan mikroba berupa bakteri heterotrof terseleksi untuk manajemen kualitas air berdasarkan kemampuan bakteri tersebut dalam menguraikan N organik dan anorganik (Ekasari, 2009). Bakteri heterotrof penyusun bioflok diantaranya yaitu *Bacillus* sp, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polmyxa*, dan *Lactobacillus* sp. (Simanjuntak, 2017). Pembentukan flok tidak hanya tersusun dari bakteri heterotrof pembentuk flok dan bakteri berfilamen namun juga dari zooplankton, mikro alga, fungi, partikel tersuspensi dan detritus (Schryver *et al*, 2008). Biota dan bahan organik yang terakumulasi di sekitar sel terikat membentuk flok yang dapat menjadi sumber makanan bagi udang dan ikan (Sab *et al*, 2007).

Budidaya dengan padat tebar tinggi menyebabkan penurunan kualitas air akibat penumpukan bahan organik. Penurunan kualitas air ditandai dengan air menjadi berbau, konsentrasi amoniak meningkat dan nafsu makan ikan menurun. Untuk memperbaiki kualitas air dapat dilakukan dengan cara penerapan sistem akuaponik. Akuaponik dapat membantu menurunkan konsentrasi nitrat melalui pemanfaatan langsung nitrat oleh tanaman (Pratama, 2017). Akuaponik pada prinsipnya untuk mengoptimalkan lahan yang sempit agar mendapatkan hasil yang maksimal yaitu ikan dan sayuran. Perpaduan bioflok dan akuaponik akan membantu dalam menjaga kualitas air dalam budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) sehingga dapat mengoptimalkan budidaya dengan padat tebar sebagaimana penelitian optimasi padat tebar budidaya lele sistem bioflok dan *Nitrobacter* oleh Puspita dan Sari (2018) yang mendukung laju pertumbuhan spesifik tertinggi dan FCR terendah, sebagaimana pada bioflok ikan gabus skala laboratorium pada penelitian bioflok dengan starter probiotik rawa (Wijayanti *et al.*, 2020).

Suatu sistem IMTA (*Integrated Multitrophic Aquaculture*) yang dapat dibentuk dengan mengintegrasikan Biofloc Technology dan Aquaponic Sistem (BIOFLOQUA=Biofloc Aquaponic Sistem) atau disebut Bioflokua. Menurut Goda *et al.* (2015), sistem IMTA mencapai pendapatan bersih rata-rata terbaik dan mampu menutupi biaya produksi dengan pencapaian kapasitas surplus ekonomi 47-53% dan periode pemulihan modal yang diinvestasikan kurang dari 2,17 tahun, sehingga dapat menjadi peluang unit bisnis skala kecil di negara-negara berkembang. Sistem akuaponik dan bioflok memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan produksi makanan konvensional. Sistem ini hanya menggunakan tangki tunggal untuk menghasilkan sayuran dan ikan bersama. Petani dapat memproduksi ikan lele dengan sistem akuaponik dengan atau tanpa bioflok dapat meningkatkan produktivitasnya (da Rocha *et al.*, 2017).

Percontohan dalam bentuk demplot sistem budidaya bioflok akuaponik diharapkan dapat membuktikan inovasi teknologi sederhana bioflok akuaponik dapat memberikan keuntungan yang dapat menjamin usaha keberlanjutan karena menguntungkan dan ramah lingkungan (da Rocha *et al*, 2017; Pinho *et al*, 2017). Tujuan dari studi ini adalah penerapan teknologi Bioflok dan Bioflokua (Bioflok dan Akuaponik terintegrasi) dengan starter probiotik rawa dalam meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) di pembudidaya ikan daerah rawa Ogan Ilir .

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Kegiatan ini dilaksanakan pada November tahun 2019 sampai Maret tahun 2020 di kelompok tani agribisnis perikanan desa Sakatiga Ogan Ilir.

Materi Penelitian

Kegiatan ini menggunakan bahan berupa ikan lele, pakan, probiotik asal rawa, biji kangkong, rock wool, air, garam, kapur dolomit, dan molase. Sedangkan alat yang digunakan kolam bundar, pipa, selang, netpot, pompa air, blower, mistar, timbangan, *im hoff cone*, pH meter, DO meter, thermometer.

Rancangan Penelitian

Metode pengambilan data penelitian dilakukan eksperimental dengan perlakuan pada dua kolam bundar yang disusun untuk sistem bioflok dan sistem bioflok akuaponik sebagai dua populasi ikan pada sistem yang berbeda. Data ikan 30 ekor setiap kolam pada pertumbuhan panjang dan bobot diambil sebagai ulangan. Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali pengulangan pada setiap kolam.

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak diukur dengan cara pengambilan sampel ikan dan dilakukan pengukuran panjang awal ikan ketika ditebar dan panjang ikan diakhir pemeliharaan. Pertumbuhan panjang mutlak dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

$$Lm = Lt - Lo$$

Keterangan: Lm = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)
Lt = Panjang rata-rata akhir (cm)
Lo = Panjang rata-rata awal (cm)

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak diukur dengan cara pengambilan sample ikan dan dilakukan pengukuran bobot awal ikan ketika ditebar dan bobot ikan diakhir pemeliharaan, di hitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan: Wm = Pertumbuhan bobot mutlak (g)
Wt = Bobot rata-rata akhir (g)
Wo = Bobot rata-rata awal (g)

Rasio Konversi Pakan (FCR/*Feed Conversion Ratio*)

Rasio konversi pakan menunjukkan efisiensi pakan yang digunakan untuk menaikan setiap gram berat ikan sebagai pengaruh pemberian pakan. Perhitungan rumus konversi pakan menggunakan rumus berdasarkan Hanley (1991), yaitu:

$$FCR = \frac{F}{Wt+D-Wo} \times 100\%$$

Keterangan: FCR = *Feed conversion ratio* (%)

F = berat kering pakan yang diberikan (g)
Wt = berat basah ikan akhir pemeliharaan (g)
Wo = berat basah ikan awal pemeliharaan (g)
D = berat basah ikan mati selama pemeliharaan (g)

Kelangsungan hidup (SR/Survival Rate)

Tingkat kelangsungan hidup atau *survival rate* menunjukkan nilai persentasi kemampuan ikan bertahan hidup pada akhir pemeliharaan, dihitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu:

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

Keterangan: SR = Tingkat kelulus hidupan (%)
Nt = Jumlah ikan hidup pada akhir pemanenan (g)
No = Jumlah ikan hidup pada awal penebaran (g)

Volume Flok

Pengukuran volume flok dilakukan setiap pagi hari pada saat awal dan akhir selama kegiatan pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran dilakukan dengan memasukan sampel air sebanyak 1000 ml kedalam *imhoff cone* dan diamkan selama 15 menit kemudian flok mengendap pada bagian dasar dan hasil langsung dilihat pada sekala yang ada di *imhoff cone*. Sesuai dengan rumus Suryaningrum (2014), yaitu:

$$\text{Volume flok} = \frac{\text{Volume flok di dasar imhoff cone (ml)}}{\text{Volume sampel air (l)}}$$

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur adalah nilai pH (dengan pH meter), oksigen terlarut (dengan DO meter) dan suhu (dengan thermometer) pada media budidaya. Pengukuran dilakukan setiap 3 kali seminggu selama pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran ammonia dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan dengan metode spektrofotometri.

Prosedur Kerja

Persiapan Kolam

Kolam yang digunakan yaitu kolam terpal berbentuk bundar dengan diameter 2 m, tinggi 1 m dan ketinggian air 0,8 m. Persiapan kolam dilakukan untuk mensucihamakan dapat dengan Penyikatan dinding kolam untuk merontokan kotoran di tepian dinding kolam menggunakan sikat plastik dan penjemuran dengan sinar matahari selama 60 menit dengan tujuan untuk membunuh bakteri patogen yang mungkin ada.

Persiapan Air Kolam

Persiapan air kolam pemeliharaan diawali dengan penebaran garam dan kapur. Dosis dari bahan-bahan yang digunakan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Dosis bahan-bahan untuk persiapan air

Nama bahan	Dosis/m ³	Kebutuhan kolam(2,5m ³)
Garam	1 kg	2,5 kg
Kapur	50 g	125 g

Penambahan garam krosok dan molase dengan dosis berdasarkan Sucipto *et al* (2017), yaitu garam kerosok 1 kg /m³ air dan dosis kapur 50 g/m³ air. Jadi garam yang ditebar ke dalam kolam sebanyak 2,5 kg dan kapur 125 g kedua bahan ini terlebih dahulu dilarutkan dengan air hingga homogen kemudian ditebar merata ke dalam air kolam, selanjutnya air kolam diinkubasi selama 1 hari. Penambahan garam pada media bertujuan untuk membunuh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur akibat dari sifat garam yang mehidrolisis sel mikroba tersebut sehingga sel mikroba mati (Rimbiyastuti *et al.* 2016).

Persiapan Media Bioflok

Molase merupakan sumber karbon yang ditebar ke dalam media sebagai nutrient bagi bakteri heterotrof yang menguraikan bahan organik tersuspensi di media (Crab *et al*, 2012). Molase sebelum digunakan dimasak terlebih dahulu agar memisahkan molase dengan ampasnya juga sebagai salah satu cara membunuh bakteri yang ada pada molase. Penambahan molase berdasarkan Sucipto *et al* (2017) yaitu sebanyak 100 ml per m³ dengan volume media 2,5 m³ jadi volume molase yang ditambahkan sebanyak 250 ml. Molase sesuai dosis dilarutkan dengan air kemudian ditebar merata pada titik aerasi yang ada. Selanjutnya penambahan molase dilakukan 7 hari sekali dengan dosis yang dihitung dengan rumus berdasarkan Sucipto *et al* (2017), yaitu:

$$\text{Molase ml/L} = \frac{F}{150g} \times 100 \text{ ml}$$

Keterangan: F = Jumlah pakan harian (g)

Probiotik yang digunakan yaitu *Bacillus sp.* dan *Streptomyces sp.* asal rawa, dengan dosis 10⁵ CFU/mL⁻¹ (Wijayanti *et.al.*, 2020). Setelah probiotik dimasukan ke dalam media selanjutnya media diinkubasi selama 7 hari, kemudian ikan lele (*Clarias sp.*) dengan kondisi sehat dapat ditebar di kolam.

Penebaran Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*)

Penebaran ikan pada wadah budidaya diawali dengan pengukuran sampel benih ikan lele (*Clarias sp.*) diukur panjang dan bobot pada awal penebaran. Benih yang akan digunakan yaitu ukuran 7 ± 0,5 cm dengan padat penebaran 500 ekor per m³ (Ma'ruf, 2012). Kedua perlakuan yaitu kolam bioflok tanpa akuaponik dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik keduanya ditebar sebanyak 1250 ekor benih ikan lele (*Clarias sp.*). Penebaran ikan lele (*Clarias sp.*) dilakukan pada pagi hari ketika kondisi perairan normal dengan aklimatisasi terlebih dahulu yang bertujuan mengurangi stress pada ikan.

Persiapan Penanaman Kangkung

Kangkung disemai dengan biji di *rockwool* selama 8 hari dikondisi suhu ruang tanpa pencahayaan matahari. Penebaran ke dalam wadah akuaponik setelah muncul beberapa akar dan daun. Penebaran pada media akuaponik pada saat ikan telah seminggu ditebar dalam kolam.

Pemeliharaan dan Pemberian Pakan

Pemeliharaan dilakukan selama 2 bulan, ikan diambil sampel bobot dan panjang setiap minggunya. Pakan yang diberikan dengan protein 30%. Pemberian pakan dengan metode *Feeding rate* (FR) yang diberikan sebanyak 1% dari biomasa selama 4 hari, dan selanjutnya pemberian pakan secara *at satiation*. Pemberian pakan sebanyak 3 kali dalam sehari yaitu pada pagi hari ketika cuaca mulai hangat sekitar pukul 08.00 WIB, siang 12.00 dan sore pukul 16.00 WIB.

Analisa Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji t taraf 5% terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup, dan metode regresi terhadap pertumbuhan, volume flok, dan kelangsungan hidup ikan pada sistem bioflok dan bioflok akuaponik (bioflokua). Analisa data dilakukan secara deskriptif pada kualitas air dengan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengambilan data secara langsung atau berdasarkan kegiatan yang dilakukan dan data sekunder yaitu data yang diperoleh melalui jurnal, buku, laporan dan media lainnya sebagai literatur yang menunjang.

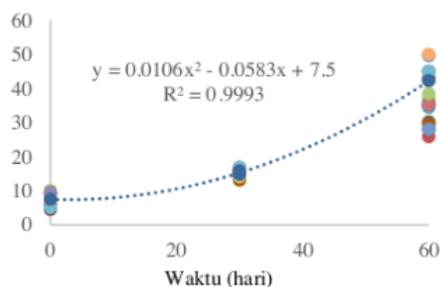
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pertumbuhan panjang dan bobot mutlak serta rasio konversi pakan ikan lele dalam pemeliharaan disajikan pada Gambar 1, 2, 3 dan 4. Data pada Tabel 3 menunjukkan hasil yang diperoleh kolam bioflok yaitu pertambahan bobot dan panjang mutlak rata-rata berturut-turut 8,00 g dan 6,62 cm pada bulan ke-1, 21,79 g dan 2,38 cm pada bulan ke-2. Dari data tersebut kolam bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa yang sedikit lebih baik dengan nilai pertumbuhan bobot dan panjang mutlak rata-rata 8,17 g; 6,67 cm pada bulan pertama dan 22,30 g; 2,43 cm pada bulan kedua. Hasil uji t taraf α 5% menunjukkan bahwa sistem Bioflok dan sistem Bioflokua tidak memberikan pengaruh pada pertumbuhan ikan baik bobot maupun panjangnya.

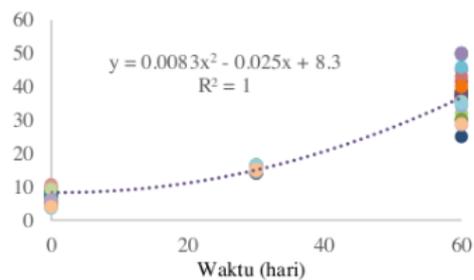
Tabel 3. Bobot dan Panjang Biota Budidaya dalam Kolam Bioflok dan Bioflok-Akuaponik

Jenis Biota Budidaya	Hari ke -	Bobot Rata-rata	Panjang Rata-rata
Ikan di kolam Bioflok	0	$7,16 \pm 2,10$	$9,50 \pm 1,83$
	30	$15,16 \pm 0,83$	$16,12 \pm 0,83$
	60	$36,95 \pm 6,42$	$18,50 \pm 0,84$
Ikan di kolam Bioflok Akuaponik	0	$7,01 \pm 2,01$	$9,45 \pm 1,50$
	30	$15,28 \pm 0,59$	$16,12 \pm 0,64$
	60	$37,58 \pm 6,23$	$18,55 \pm 0,79$
Kangkung di kolam Bioflok Akuaponik	28	$18,21 \pm 3,50$	$29,86 \pm 2,12$

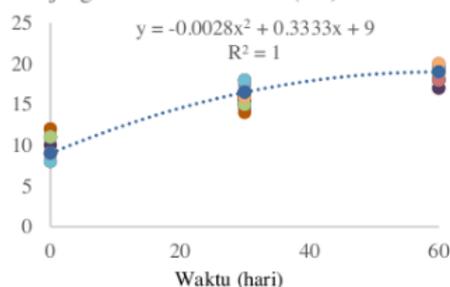
Bobot Ikan Kolum Bioflok (g)



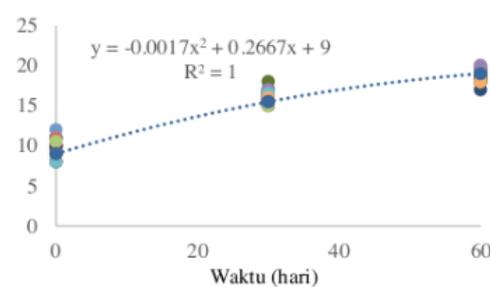
Bobot ikan Kolum Bioflok Akuaponik (g)



Panjang ikan kolam bioflok (cm)



Panjang ikan kolam Bioflok Akuaponik (cm)

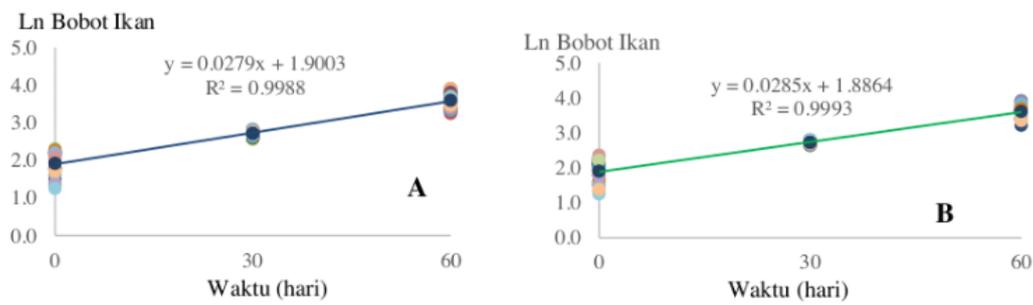


Gambar 1. Pertumbuhan bobot dan panjang ikan lele sistem bioflok dan bioflok akuaponik

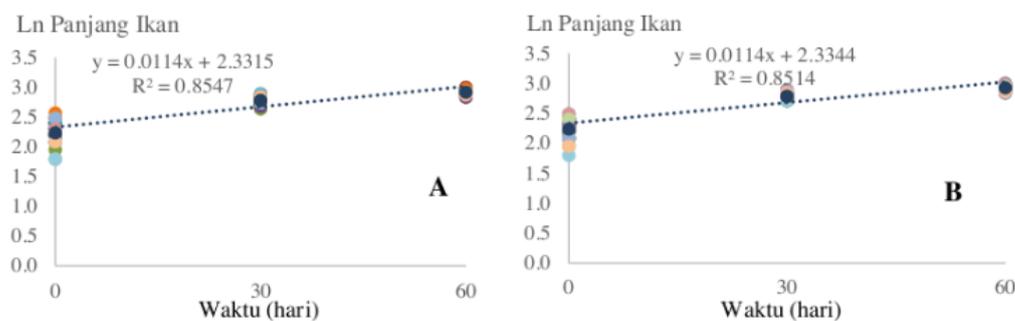
Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi dan nafsu makan ikan. Nafsu makan ikan yang tinggi dapat mendorong kecepatan pertumbuhan ikan dan didukung nutrisi

terutama protein dalam pakan. Menurut Alfia *et al*, (2013) penurunan mutu air dapat mempengaruhi nafsu makan ikan mengakibatkan asupan nutrisi ke tubuh berkurang, pertumbuhan terhambat. Jika hal tersebut berlangsung lama maka akan mengakibatkan kematian. Pertumbuhan ikan lele dengan sistem budidaya kombinasi bioflok dan akuaponik memiliki keunggulan yaitu perbaikan kualitas air dengan cara penurunan bahan organik, yang semakin efektif oleh kerja bakteri dan resirkulasi melalui tanaman yang menyebabkan nafsu makan sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kolam bioflok tanpa akuaponik dengan data konsumsi pakan selama pemeliharaan kolam bioflok 9500 g dan kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih tinggi 10100 g pada bulan pertama. Hal tersebut sesuai dengan Sukoso, (2002) bahwa jumlah pakan yang diberikan dan kualitas pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Peran probiotik memberikan sumbangan protein dan enzim yang berguna untuk membantu pencernaan ikan dapat meningkatkan laju pertumbuhan (Widanarni, 2012).

Laju pertumbuhan spesifik bobot dan panjang ikan pada sistem Bioflok dan Bioflok Akuaponik ditunjukkan pada regresi yang terdapat pada Gambar 2 dan 3 Regresi linear pertumbuhan bobot ikan pada sistem bioflok dan bioflok akuaponik menunjukkan persamaan $y = 0,0279x + 1,9003$ ($R^2 = 0,9988$) dan $y = 0,0285x + 1,8864$ ($R^2 = 0,9993$), yang artinya laju pertumbuhan spesifik bobot ikan pada sistem bioflok 2,79% per hari sedangkan pada sistem bioflok akuaponik 2,85% per hari.



Gambar 2. Regresi Ln rata-rata bobot ikan pada kolam Bioflok (A) dan Bioflok Akuaponik (B) terhadap lama pemeliharaan (hari)

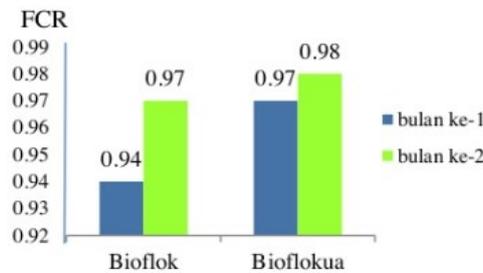


Gambar 3. Regresi Ln rata-rata panjang ikan pada kolam Bioflok (A) dan Bioflok Akuaponik (B) terhadap lama pemeliharaan (hari)

Hal ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik ikan sistem bioflok akuaponik lebih tinggi dari pada sistem bioflok saja. Regresi linear pertumbuhan panjang ikan pada sistem bioflok dan bioflok akuaponik menunjukkan persamaan $y = 0,0114x + 2,3315$ ($R^2 = 0,8547$) dan $y = 0,0114x + 2,3344$ ($R^2 = 0,8514$), yang artinya laju pertumbuhan spesifik bobot ikan

pada sistem bioflok dan bioflok akuaponik sama yaitu 1,14% per hari. Pengintegrasian sistem bioflok dan akuaponik dapat meningkatkan laju pertumbuhan bobot ikan tetapi tidak meningkatkan laju pertumbuhan panjangnya.

Feed conversion ratio (FCR) atau rasio konversi pakan adalah perbandingan (rasio) antara berat pakan yang telah diberikan dengan biomasa ikan yang diperoleh dengan satuan berat yang sama. Nilai rasio konversi pakan dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan dan kemampuan ikan dalam menyerap nutrisi pakan menjadi biomasa (Hany, 2008).



Gambar 4. Rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR) budidaya lele bulan ke-1 dan ke-2

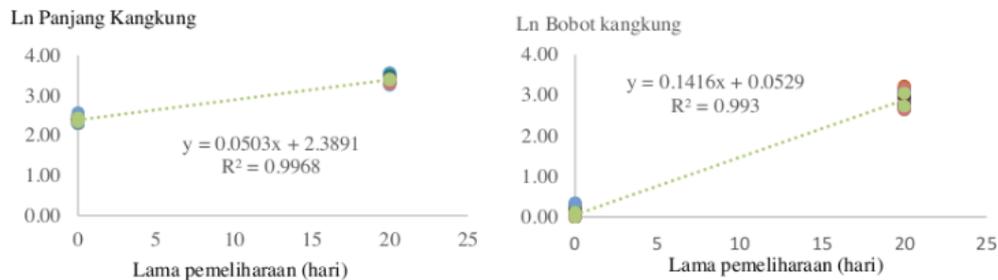
Semakin kecil nilai rasio konversi pakan menunjukkan efektifitas dan efisiensi pakan yang diberikan semakin tinggi (Sukoso, 2002). Nilai rasio konversi pakan pada kolam bioflok mendapatkan hasil terbaik karena nilai lebih kecil yaitu 0,94(bulan pertama); 0,97(bulan kedua) dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik yaitu 0,97(bulan pertama); 0,98(bulan kedua). Hasil tersebut sesuai dengan DJPB (2018) yang menyatakan dalam budidaya lele dengan sistem bioflok mampu menekan nilai rasio konversi pakan kurang dari 1, yang artinya efisien pakan karena untuk menghasilkan biomasa 1 kg dibutuhkan pakan kurang dari 1 kg. Menurut Widanarni *et al* (2008) efisiensi pakan yang diperoleh kedua perlakuan disebabkan oleh biomasa bioflok yang terbentuk dapat menjadi sumbangan nutrisi atau makanan tambahan bagi kultivan budidaya. Pembentukan bioflok dengan *starter* probiotik asal rawa (*Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp.) diketahui dapat membantu pencernaan dan meningkatkan pertumbuhan ikan (Antika, 2019; Wijayanti *et al*, 2020) dan memperbaiki kandungan nutrisi pakan (Widanarni *et al*, 2012).



Gambar 5. Kolam bundar Bioflok dan Bioflokua

Tabel 1 menampilkan perolehan bobot dan panjang mutlak kangkung berturut turut $18,21 \pm 3,50$ gram dan $29,86 \pm 2,12$ cm dengan total biomasa yang diperoleh antara 5,5-6 kg saat

panen setelah usia 20 hari. Menurut Sayekti *et al.* (2018) budidaya kangkung pada media yang kaya bahan organik akan meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung, dapat berupa limbah budidaya ikan maupun pupuk organik. Adapun keunggulan teknologi bioflok dan akuaponik yaitu tingginya amonia dapat direduksi oleh sayuran kangkung dengan bantuan akar tanaman, mikroba, dan terjadi resirkulasi dan penyerapan unsur hara yang kemudian dapat memperbaiki kualitas air (Setijaningsih, 2009).



Gambar 6. Grafik regresi pertumbuhan panjang dan bobot mutlak kangkung pada sistem BIOFLOKUA

Laju pertumbuhan spesifik panjang dan bobot kangkung berturut-turut 5,03% dan 14,16% per hari (Gambar 6). Limbah kolam lele yang kaya dengan bahan organik dan dengan adanya peran mikroba akan membantu penguraian amonia menjadi nitrat sehingga pertumbuhan kangkung optimal (Pitrianingsih *et al.*, 2014). Ketersediaan limbah budidaya dan lancarnya resirkulasi air sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kangkung efektif dapat memanfaatkan nutrient (unsur karbon dan nitrogen) yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya, dari limbah budidaya sehingga dapat menurunkan nilai amonia mencapai 0,22 mg.l⁻¹ dalam 3 minggu pemeliharaan (Perdana *et al.*, 2015). Untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman kangkung kolam disarankan telah memiliki limbah atau penebaran bibit kangkung minimal 1 minggu setelah pemeliharaan ikan. Dibutuhkan kontrol terhadap aliran air ke akar tanaman agar tetap lancar sehingga suplai oksigen cukup ke akar tanaman. Tanaman kangkung umumnya dapat panen dalam 3 bulan budidaya ikan sebanyak 4-5 kali umumnya dapat dipanen mulai umur tanam 18 hari (25-28 hari dari semai biji di *rock wool*) (Rahmadhani *et al.*, 2020).

Kualitas Air dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele

Data hasil pengukuran kualitas air di kolam bioflok dan kolam bioflok dengan akuaponik dalam pemeliharaan disajikan pada Tabel 3. Kelangsungan hidup ikan lele di kolam kombinasi bioflok dan akuaponik mendapatkan nilai 96% yang lebih tinggi dari kolam bioflok 92% pada bulan pertama, tetapi 100% keduanya pada bulan kedua.

Tabel 3. Suhu, DO, pH dan kelangsungan hidup ikan lele selama dua bulan pemeliharaan

Parameter	Bioflok		Bioflokua	
	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-1	Bulan ke-2
Suhu°C	30,3-31,5	30,7-31,9	29,5-31,0	30,3-31,3
pH	6,5-7,0	6,0-7,0	6,5-7,0	6,0-7,0
Okgigen terlarut (mg.l ⁻¹)	4,5-7,1	5,4-7,2	4,7-7,4	5,8-7,3
Amonia (mg.l ⁻¹) akhir	-	-	0,71	0,53
Kelangsungan Hidup (%)	92	96	100	100

Bulan pertama kondisi budidaya ikan sistem bioflok masih belum stabil sampai ikan kultivan mampu beradaptasi dengan sistem yang terbentuk. Pada bulan kedua, kondisi ikan lebih stabil sehingga kedua sistem baik bioflok dan bioflokua sudah mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya hingga 100%. Tingginya kelangsungan hidup pada media sirkulasi bioflok yang terintegrasi dengan sistem resirkulasi akuaponik dapat disebabkan adanya sistem penjagaan kualitas air dari tanaman yang mampu memanfaatkan bahan organik sisa metabolisme ikan menjadi nutrient pertumbuhannya dengan bantuan mikrob yang menempel di perakaran tanaman dan media kultur. Menurut Kurniawan *et al.*, (2018) sirkulasi air melalui tanaman memberikan manfaat bagi ikan yaitu limbah amonia, nitrit dan nitrat dapat dimanfaatkan tanaman sehingga menurunkan cemaran limbah dengan demikian perairan menjadi optimum bagi ikan.

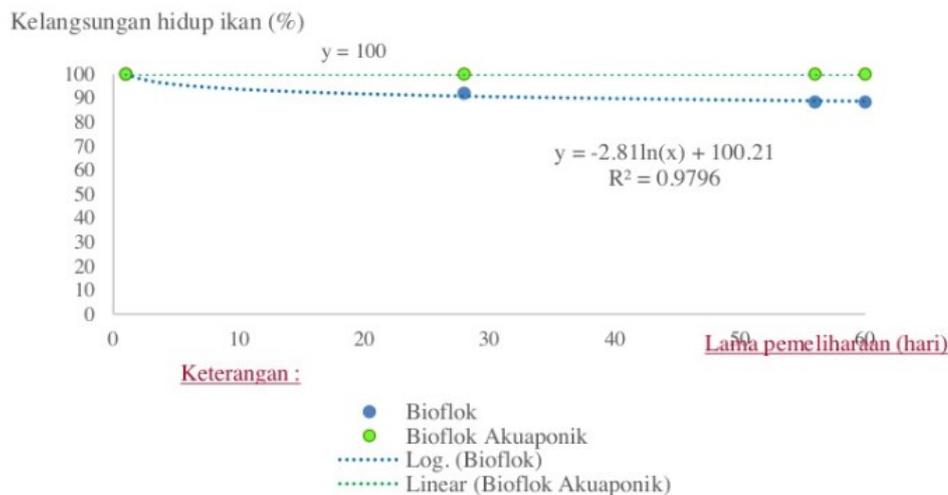
Adapun penyebab kematian ikan lele selama pemeliharaan dapat dipengaruhi oleh perubahan suhu pada musim kemarau ke penghujan yang menyebabkan ikan stres akibat suhu cuaca terik dan diguyur hujan biasanya berdampak pada kolam *outdoor* dengan ketinggian air dibawah satu meter, sesuai dengan Boyd *et al.*, (1989) faktor pembatas yang cukup nyata dalam kehidupan ikan adalah perubahan suhu air media pemeliharaan. Stres pada ikan menyebabkan ikan mudah terkena penyakit dan jika berlangsung lama akan menurunkan nafsu makan hingga mengalami kematian. Penurunan pH dan oksigen terlarut dapat menyebabkan kerja probiotik dalam menguraikan bahan organik menurun sehingga akumulasi feses menjadi amonia penguraiannya terhambat dan memungkinkan ikan keracunan amonia (NH₃). Pengukuran amonia selama pemeliharaan setelah dilakukan pergantian air 15 cm dari permukaan air pada minggu ke dua pemeliharaan dan diperoleh nilai konsentrasi amonia kolam bioflok 0,27 mg.l⁻¹ dan kolam bioflok dengan akuaponik 0,20 mg.l⁻¹ nilai amonia keduanya masih tergolong aman untuk kegiatan budidaya ikan lele <0,8 mg.l⁻¹ (BBPBAT, 2005).

Data kualitas air yang disajikan pada tabel diatas menunjukkan kisaran suhu kolam bioflok 30,3-31,9°C dan 29,5-31,3°C kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik. Kedua kolam terjadi penurunan suhu akibat dari perubahan musim dari kemarau ke musin hujan. Suhu pada kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih rendah akibat dari konstruksi wadah tanaman yang berada di atas kolam pemeliharaan. Suhu yang diperoleh pada pemeliharaan tergolong suhu yang standar untuk budidaya lele 22–32°C (BBPBAT, 2005). Konsentrasi oksigen terlarut konsisten menunjukkan kolam kombinasi bioflok dan akuaponik lebih tinggi dengan kisaran 4,7-7,4 mg.l⁻¹ pada bulan pertama; 5,8-7,34 mg.l⁻¹ pada bulan kedua dan kolam bioflok 4,5-7,2 mg.l⁻¹ pada bulan pertama; 5,4-7,2 mg.l⁻¹ pada bulan kedua, sesuai dengan kebutuhan oksigen terlarut ikan lele. Boyd *et al.* (1996) menyatakan bahwa ikan lele dapat tumbuh dengan baik dikadar oksigen terlarut 3 mg.l⁻¹. Nilai pH kedua kolam yang diperoleh berkisar antara 6,0-7,0 menunjukkan terjadinya penurunan pH diduga akibat menumpuknya bahan organik dan pengaruh curah hujan. Keseluruhan kualitas air dalam budidaya sistem bioflok maupun kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan hasil yang menunjukkan adanya perbaikan kualitas air dan peningkatan kelangsungan hidup ikan dengan adanya probiotik pembentuk flok (*Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp.) yang mampu menjaga kualitas air dan sekaligus dapat mencegah infeksi patogen (Citra, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020).

Analisis regresi terhadap kelangsungan hidup ikan pada kedua system yang diuji baik Bioflok maupun Bioflokua menunjukkan tingginya kelangsungan hidup pada sistem Bioflokua (Gambar 7). Kelangsungan hidup 100 % selama dua bulan pemeliharaan menunjukkan kestabilan performa ikan yang dipelihara. Adapun hasil regresi hubungan kelangsungan hidup ikan dengan lama pemeliharaan (hari) yaitu $y = -2,81\ln(x) + 100,21$ ($R^2 = 0,9796$) dapat diartikan bahwa untuk pemeliharaan lele sampai panen selama 3 bulan (90 hari) dapat dipertahankan kelangsungan hidupnya sekitar 87,57% dari jumlah ikan pada awal tebar. Berdasarkan persamaan regresi kelangsungan hidup pada sistem bioflok tersebut,

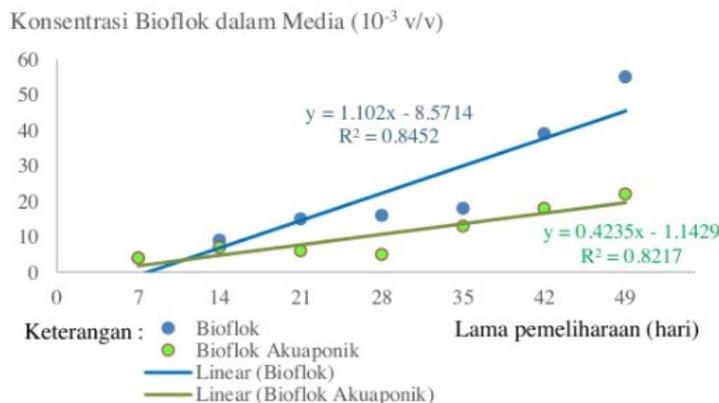
kelayakan kelangsungan hidup 85% masih dapat didukung oleh sistem Bioflok ini dengan lama pemeliharaan 7,5 bulan (224,3 hari).

Gambar 7. Grafik regresi hubungan antara kelangsungan hidup terhadap lama pemeliharaan



Volume Flok dan Pertumbuhan Kangkung

Data hasil pengukuran volume flok dalam pemeliharaan disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Volume flok pada kedua sistem kolam Bioflok dan Bioflokua selama pemeliharaan 49 hari

Gambar 7 menunjukkan hasil pengukuran volume flok yang terbentuk diakhir pemeliharaan, untuk kolam bioflok tanpa akuaponik 55 ml.l^{-1} lebih tinggi dari kolam kombinasi bioflok dan akuaponik yang hanya 22 ml.l^{-1} . Laju pembentukan volume flok ada sistem bioflok saja mencapai $1,1 \text{ ml.l}^{-1}$ per hari berada diatas laju pembentukan flok sistem bioflokua $0,42 \text{ ml.l}^{-1}$ per hari. Hal ini dapat disebabkan oleh keberadaan tanaman akuaponik yang memanfaatkan nutrisi pembentuk bioflok baik sumber karbon maupun nitrogen yang digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Penurunan volume flok terjadi pemanfaatan limbah oleh tanaman diakhir pemeliharaan yang semakin meningkat. Volume flok dipengaruhi oleh bahan organik dan resirkulasi melalui tanaman yang sifatnya menyaring feses ikan dan kemudian

akan menurunkan bahan organik diperairan sehingga flok yang terbentuk lebih rendah karena penyerapan bahan organik untuk pertumbuhan tanaman (Sayekti *et al.*, 2018).

Meskipun hasil pertumbuhan ikan berbeda tidak signifikan lebih tinggi, sistem Bioflokua yaitu akuaponik kangkung yang terintegrasi dengan bioflok menjadi sistem baru yang dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan penghasilan pembudidaya ikan dengan panen sayur dan ikan.

KESIMPULAN

Kombinasi bioflok dengan akuaponik (sistem BIOFLOKUA) menunjukkan performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele yang lebih baik dan keduanya efisien dalam pakan FCR < 1.00. Kangkung mampu tumbuh dengan memanfaatkan limbah budidaya, meskipun mengurangi volume flok, tetapi dapat menjadi hasil tambahan pada produksi ikan lele.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Universitas Sriwijaya yang telah mendanai program Pengabdian kepada Masyarakat 2019 dalam skema Inovasi, dan kepada seluruh pihak yang membantu hingga penelitian selesai pihak masyarakat desa Sakatiga terutama Bapak Sunarso, SP dan kelompok tani Agribisnis beserta warga Pesantren Raudhatul Ulum.

3

DAFTAR PUSTAKA

- Abulias, N., Utarini, S. dan Winarni, E., 2014. Manajemen Kualitas Media Pendederan Lele (*Clarias sp.*) Pada Lahan Terbatas dengan Teknik Bioflok. *Jurnal MIPA*. 37 (1), 16–21.
- Alfia, R.A., Arini, dan Elfitasari, T., 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (3), 86-93.
- Antika, R. M., 2019. Kepadatan Bakteri, Efisiensi Pakan, dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Diberi Pakan dengan Penambahan Bakteri Kandidat Probiotik Asal Rawa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT), 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). Sukabumi.
- 6 Boyd, C.E., 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departement Series No.2. Alabama Agraculture Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- Citra, N., 2019. Pengaruh Pemberian Bakteri Asal Rawa Kandidat Probiotik Dalam Pakan Untuk Mencegah Infeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila* pada Ikan Gabus (*Channa Striata*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- 2 Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for a Sustainable Production. *Jurnal Aquaculture*. 270 (1), 1–14.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2012. Biofloc technology in Aquaculture Beneficial Effects and Future Challenges. *Jurnal Aquaculture*. 1 (1) 351–356.
- 1 da Rocha AF, Biazetti ML, Stech MR, da Silva RP. 2017. Lettuce Production In Aquaponic And Biofloc Sitems With Silver Catfish *Rhamdia quelen*. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 44(vol. esp.): 64 – 73.

- DJPB. 2018. Kementerian Kelautan dan Perikanan Selenggarakan Bimbingan Teknis Bantuan Pemerintah Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok [online]. (diakses pada tanggal 20 september 2019)
- 8 Effendie, M.I., 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ekasari, J., 2009. Teknologi Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 8 (2), 117-126.
- Faridah., Diana, S. dan Yuniati., 2019. Budidaya Ikan Lele dengan Metode Bioflok pada Peternak Ikan Lele Konvensional. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (2), 224-226
- Goda AM, Essa MA, Hassaan MS, Sharawy Z. 2015. Bio Economic Features for Aquaponic Systems in Egypt. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 525-532.
- 10 Hanley, F., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 93(4), 323-334.
- Hany, H., 2008. Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla Terfermentasi pada Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Produktivitas Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (2), 177-181.
- Kurniawan, A., Asriani, E dan Sari, S. P., 2018. *Bioflok dan Akuaponik untuk Bangka Belitung*. Malang: Media Nusa Kreatif.
- Perdana, T.R., Raza'I, T.S. dan Zulfikar, A., 2015. Tingkat Penyerapan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) Dengan Luasan Wadah Tanam Sistem Akuaponik Yang Berbeda Terhadap Kandungan Amonia (NH₃) Pada Limbah Budidaya Lele. *Jurnal UMRAH*. 1(1), 1-9.
- 1 Pinho SM, Molinari D, de Mello GL, Fitzsimmons KM, Emerenciano MGC. 2017. Effluent from a biofloc technology (BFT) tilapia culture on the aquaponics production of different lettuce varieties. *Ecological Engineering* 103 : 146-153.
- 5 Pitrianingsih, C., Suminto dan Sarjito. 2014. Pengaruh Kandidat Probiotik Terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C,N,P dan K Melalui Kultur Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pratama, W. D., 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture*. 1 (1), 27 - 35
- Purwati, S, R., 2017. Analisis Usaha Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Menggunakan Penerapan Sistem Bioflok dan Sistem Konvensional Di Kelurahan Palas Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru Provinsi Riau. Skripsi. Universitas Negeri Riau.
- Puspita, E.V. dan Sari, R.P., 2018. Effect of different stocking density to growth rate of catfish (*Clarias gariepinus*, burch) cultured in biofloc and *Nitrobacter* media. *Aquasains Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 6(2), 563-568.
- Rahmadhani, L.E., Widuri, L.I., Dewanti, P. 2020. Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, Dan Pakcoy) Dengan Sistem Budidaya Akuaponik Dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi* 14(01), 33-43.
- Rimbiyastuti, H., Suwarsono, dan Julianto, A., 2016. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (*NaCl*) Terhadap Daya Hambat Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 3 (1) 30-33.
- Sayekti, R. S., Prajitno, D., Inradewa, D., 2018. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Daun Kangkung (*Ipomea reptans*) Akuaponik. *Journal of Agriculture Inovation*, 1(1), 15-22.
- Schryver, D., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The Basic of Biofloc Technology: The Added Value for Aquaculture. *Journal Aquaculture*. 27 (1), 125-137.
- Setijaningsih L. 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor
- Simanjuntak, I.C., 2017. Perbedaan Konsentrasi Bakteri Penyusun Bioflok terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 1 (1), 47-56.
- Sucipto, A., Sunarma, A., Yanti, D. H., Maskur. dan Rahmat., 2018. Perbaikan Sistem Budidaya Ikan Nila Melalui Teknologi Bioflok. *Jurnal Perencanaan Akuakultur Indonesia*. 2 (1) 115 - 128.
- 7 Sukoso., 2002. *Pemanfaatan Mikroalga dalam Industri Pakan Ikan*. Jakarta: Agritek YPN.
- Suryaningrum, F, M., 2014. Aplikasi Teknologi Bioflok Pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*. 1 (1), 1-123.
- Widanarni., Setiawati, M. dan Sukenda., 2008. Bakteri Probiotik Dalam Budidaya Udang: Seleksi, Mekanisme Aksi, Karakterisasi, dan Aplikasinya Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 13 (2), 80-89
- Widanarni., Wahjuningrum, D. dan Puspita, F., 2012. Aplikasi Bakteri Probiotik Melalui Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*. 2 (1), 19 - 29
- 9 Wijayanti, M., Jubaedah, D., Yulistya, O., Tanbiyaskur, Sasanti, A.D., 2020. Optimization of striped snakehead fish (*Channa striata*) culture using swamp microbial combination and nitrification bacteria. *AAFL Bioflux*, 13(2), 1064-1075

JAFH revised manuscript_marini

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

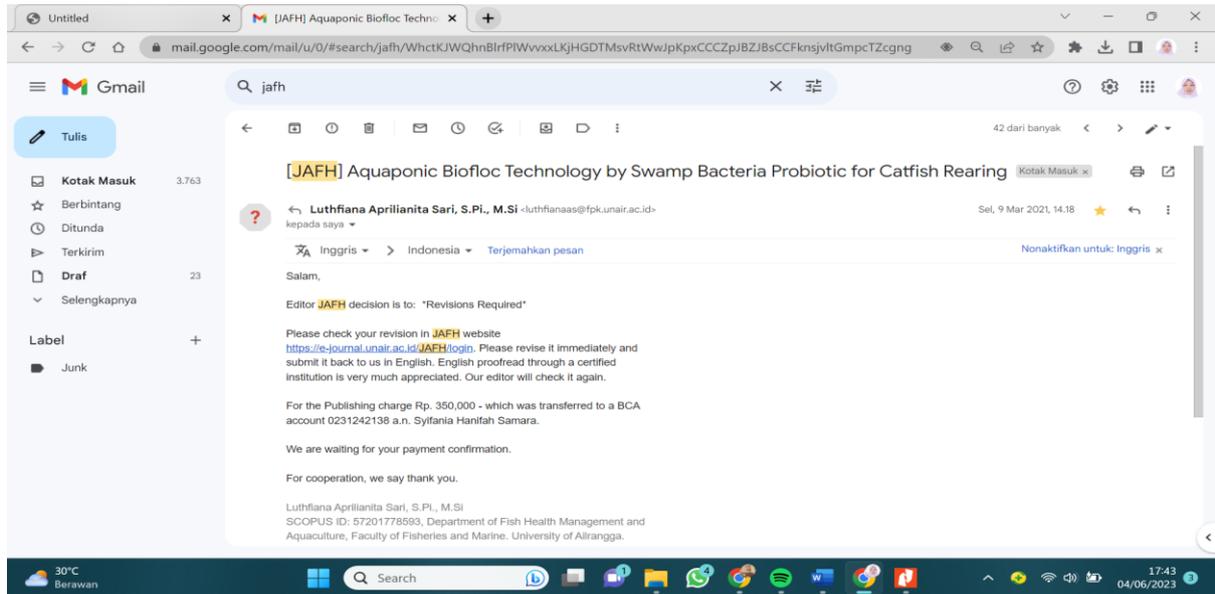
1	gala.gre.ac.uk Internet Source	1%
2	human.ndsl.kr Internet Source	1%
3	ojs.unm.ac.id Internet Source	1%
4	journal.ipb.ac.id Internet Source	1%
5	joas.co.id Internet Source	1%
6	media.neliti.com Internet Source	1%
7	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
8	jurnal.fp.unila.ac.id Internet Source	1%
9	www.bioflux.com.ro Internet Source	1%
10	link.springer.com Internet Source	1%
11	jurnal.ugm.ac.id Internet Source	1%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%

Bukti konfirmasi review dan hasil review kedua (9 Maret 2021 dan 8 Mei 2021)



Teknologi Bioflok Akuaponik dengan probiotik bakteri Asal Rawa pada Budidaya Lele Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for *Clarias* Catfish Rearing

Abstrak-Abstract

Budidaya ikan lele secara konvensional di Ogan Ilir (OI) masih kurang optimal dapat ditingkatkan dengan bioflok dan akuaponik dengan starter bakteri rawa lokal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan teknologi bioflok dan kombinasi bioflok akuaponik untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias* sp.). Penelitian menggunakan dua kolam yaitu kolam bundar bioflok dan kolam bundar kombinasi bioflok dan akuaponik (bioflokua) selama dua bulan. Hasil laju pertumbuhan spesifik ikan sistem bioflok akuaponik lebih tinggi dari pada sistem bioflok saja. Kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan dua bulan berturut turut sistem Bioflokua 100% sedangkan sistem Bioflok 92-96%. Data kualitas air secara berurutan yaitu suhu 30,3-31,9°C, oksigen terlarut 4,5-7,2 mg.l⁻¹, pH 6-7, konsentrasi amonia 0,27-0,71 mg.l⁻¹ pada sistem bioflok dan 29,5-31,3°C, 4,7-7,4 mg.l⁻¹, 6-7, 0,20-0,53 mg.l⁻¹ pada bioflokua. Laju pembentukan volume flok ada sistem bioflok saja mencapai 1,1 ml.l⁻¹ per hari berada diatas laju pembentukan flok sistem bioflokua 0,42 ml.l⁻¹ per hari karena adanya pemanfaatan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Kombinasi bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih optimal dan keduanya efisien dalam pakan (Food Conversion Ratio/FCR < 1.00). Meskipun hasil uji t taraf 5% menunjukkan tidak ada perbedaan performa biota budidaya antara kedua sistem tersebut, tetapi Bioflokua dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan penghasilan pembudidaya ikan dengan panen sayur dan ikan.

Kata kunci : Akuaponik, bioflok, produksi lele *Clarias* sp.

Conventional catfish culture in Ogan Ilir (OI) have not optimal production, it can be increased by biofloc and aquaponics with local swamp bacteria as a starter. The purpose of this study was to apply biofloc technology and a combination of aquaponic-biofloc to increase the productivity of catfish (*Clarias* sp.) rearing. The study used two ponds, a biofloc circular pond and a combined biofloc and aquaponic (bioflokua) for two months. The results of the specific growth rate of fish in the aquaponic biofloc system were higher than that of the biofloc system alone. The survival of the fish during two rearing months of the Bioflokua system was 100% while the Biofloc system was 92-96%. The water quality data that measured were temperature, 30.3-31.9°C, Dissolved oxygen 4.5-7.2 mg.l⁻¹, pH 6-7, and ammonia concentration 0.27-0.71 mg.l⁻¹ in the biofloc system and 29.5-31.3°C, 4.7-7.4 mg.l⁻¹, pH 6-7, 0.20-0.53 mg.l⁻¹ in bioflokua system, respectively. The floc volume formation rate in the biofloc system alone reached 1.1 ml.l⁻¹ per day, which was above the floc formation rate for the bioflokua system 0.42 ml.l⁻¹ per day, due to the use of nutrients for plant growth. The combination of biofloc and aquaponics showed more optimal growth performance and both were efficient in feed (Food Conversion Ratio / FCR < 1.00). Although the results of the 5% level t test showed no difference in the performance of the aquaculture biota between the two systems, Bioflokua can be an alternative to increase fish farmer income by harvesting vegetables and fish together.

Key words: Aquaponics, biofloc, *Clarias* catfish production.

PENDAHULUAN-INTRODUCTION

Budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) secara konvensional desa Sakatiga memiliki masalah kelangkaan hidup ikan yang tergolong rendah. Pembudidaya ikan desa Sakatiga saat ini membutuhkan sistem akuakultur untuk mendukung pertumbuhan dan produksi ikan yang lebih

Formatted: Condensed by 0,6 pt

Formatted: English (United States)

produktif terutama komoditas ikan lele di daerah rawa. Sesuai DJPB (2018), budidaya secara konvensional padat tebar 100 ekor/m². Untuk mendapatkan hasil produksi yang optimal maka perlu teknologi bioflok untuk meningkatkan produksi ikan lele (*Clarias* sp.) dengan padat tebar 500 ekor/m² (Purwati *et al.*, 2017). Metode ini juga menghasilkan bobot ikan lebih berat 20% dengan masa panen lebih cepat sekitar 20% (2,5 bulan) dari metode konvensional (Faridah *et al.*, 2019), dan FCR kurang dari 1,00 (BBPBAT, 2005).

The conventional culture of catfish (*Clarias* sp.) in Sakatiga village has a relatively low fish survival problem. Sakatiga village fish farmers currently need an aquaculture system to support the growth and production of more productive fish culture, especially catfish in swamp areas. DJPB (2018) stated that conventional cultivation has a stocking density of 100 fishes/m³. To get optimal fish production, bio-floc technology is needed to increase the production of catfish with a stocking density of 500 fish / m³ (Purwati *et al.*, 2017). This method could produce 20% heavier fish weight biomass with a fast harvest period of about 20% (2,5 months) of conventional methods (Faridah *et al.*, 2019), and FCR less than 1.00 (BBPBAT, 2005).

Teknologi bioflok pada prinsipnya memanfaatkan mikroba berupa bakteri heterotrof terseleksi untuk manajemen kualitas air berdasarkan kemampuan bakteri tersebut dalam menguraikan N organik dan anorganik (Ekasari, 2009). Bakteri heterotrof penyusun bioflok diantaranya yaitu *Bacillus* sp., *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, dan *Lactobacillus* sp. (Simanjuntak, 2017). Pembentukan flok tidak hanya tersusun dari bakteri heterotrof pembentuk flok dan bakteri berfilamen namun juga dari zooplankton, mikro-alga, fungi, partikel tersuspensi dan detritus (Schryver *et al.*, 2008). Biota dan bahan organik yang terakumulasi di sekitar sel terikat membentuk flok yang dapat menjadi sumber makanan bagi udang dan ikan (Crab *et al.*, 2007). In principle, biofloc technology utilizes microbes in the form of selected heterotrophic bacteria for water quality management based on the ability of bacteria to decompose organic and inorganic Nitrogen (Ekasari, 2009). The heterotrophic bacteria that make up the biofloc include *Bacillus* sp., *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, and *Lactobacillus* sp. (Simanjuntak, 2017). The floc formation is not only composed of floc-forming heterotrophic bacteria and filamentous bacteria but also from zooplankton, microalgae, fungi, suspended particles, and detritus (Schryver *et al.*, 2008). Biota and organic materials that accumulate around bound cells form floc which can be a food source for shrimp and fish (Crab *et al.*, 2007).

Budidaya dengan padat tebar tinggi menyebabkan penurunan kualitas air akibat penumpukan bahan organik. Penurunan kualitas air ditandai dengan air menjadi berbau, konsentrasi amoniak meningkat dan nafsu makan ikan menurun. Untuk memperbaiki kualitas air dapat dilakukan dengan cara penerapan sistem akuaponik. Akuaponik dapat membantu menurunkan konsentrasi nitrat melalui pemanfaatan langsung nitrat oleh tanaman (Pratama, 2017). Akuaponik pada prinsipnya untuk mengoptimalkan lahan yang sempit agar mendapatkan hasil yang maksimal yaitu ikan dan sayuran. Perpaduan bioflok dan akuaponik akan membantu dalam menjaga kualitas air dalam budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) sehingga dapat mengoptimalkan budidaya dengan padat tebar sebagaimana penelitian optimasi padat tebar budidaya lele sistem bioflok dan *Nitrobacter* oleh Puspita dan Sari (2018) yang mendukung laju pertumbuhan spesifik tertinggi dan FCR terendah, sebagaimana pada bioflok ikan gabus skala laboratorium pada penelitian bioflok dengan starter probiotik rawa (Wijayanti *et al.*, 2020). The cultivation with high stocking density causes a decrease in water quality due to the accumulation of organic matter. The decreasing water quality is indicated by the water becoming smelly, so the ammonia concentration increases and the fish appetite decreases. To improve water quality, it can be done by applying an aquaponics system. Aquaponics can help reduce nitrate concentrations through the direct utilization of nitrates by plants (Pratama, 2017). Aquaponics, in principle, is optimizing narrow land to get maximum results such as fish and vegetables. The combination of biofloc and aquaponics will help maintain water quality in

Formatted: Font: Italic

catfish cultivation. It can optimize stocking density cultivation as well as research on the optimization of stocking density for catfish cultivation with biofloc and *Nitrobacter* systems, support the highest specific growth rate and the lowest FCR of fishes (Puspita and Sari, 2018). The laboratory scale snakehead fish with swamp probiotic starter could give the best performance of fish and water quality in biofloc technology of rearing system (Wijayanti *et al.*, 2020).

Suatu sistem IMTA (*Integrated Multitrophic Aquaculture*) yang dapat dibentuk dengan mengintegrasikan Biofloc Technology dan Aquaponic System (BIOFLOQUA = Biofloc Aquaponic System) atau disebut Bioflokua. Menurut Goda *et al.* (2015), sistem IMTA mencapai pendapatan bersih rata-rata terbaik dan mampu menutupi biaya produksi dengan pencapaian kapasitas surplus ekonomi 47-53% dan periode pemulihan modal yang diinvestasikan kurang dari 2,17 tahun, sehingga dapat menjadi peluang unit bisnis skala kecil di negara-negara berkembang. Sistem akuaponik dan bioflok memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan produksi makanan konvensional. Sistem ini hanya menggunakan tangki tunggal untuk menghasilkan sayuran dan ikan bersama. Petani dapat memproduksi ikan lele dengan sistem akuaponik dengan atau tanpa bioflok dapat meningkatkan produktivitasnya (da Rocha *et al.*, 2017). An IMTA (Integrated Multitrophic Aquaculture) system can be formed by integrating Biofloc Technology and Aquaponic System (BIOFLOQUA = Biofloc Aquaponic System) or called Bioflokua. According to Goda *et al.* (2015), the IMTA system achieves the best average net income and is able to cover production costs by achieving an economic surplus capacity of 47-53% and a recovery period for invested capital of fewer than 2.17 years, so that it can become an opportunity for small-scale business units in the country-developing country. Aquaponics and biofloc systems have advantages when compared to conventional fish production. This system uses only a single tank to produce vegetables and fish together. Farmers can produce catfish using an aquaponic system with or without biofloc, which can increase their productivity (da Rocha *et al.*, 2017).

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Percobaan dalam bentuk demplot sistem budidaya bioflok akuaponik diharapkan dapat membuktikan inovasi teknologi sederhana bioflok akuaponik dapat memberikan keuntungan yang dapat menjamin usaha keberlanjutan karena menguntungkan dan ramah lingkungan (da Rocha *et al.*, 2017; Pinho *et al.*, 2017). Tujuan dari studi ini adalah penerapan teknologi Bioflok dan Bioflokua (Bioflok dan Akuaponik terintegrasi) dengan starter probiotik rawa dalam meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) di pembudidaya ikan daerah rawa Ogan Ilir. The pilot in the form of a demonstration plot for the aquaponic biofloc cultivation system is expected to prove that simple aquaponic biofloc technology innovation can provide benefits that can ensure sustainable business because it is profitable and environmentally friendly (da Rocha *et al.*, 2017; Pinho *et al.*, 2017). The aim of this study is the application of Biofloc and Bioflokua technology (integrated Biofloc and Aquaponics) with swamp probiotic starter for increasing the productivity of catfish (*Clarias* sp.) rearing culture in farmer groups business at Ogan Ilir swamp area.

Formatted: Font: Italic

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

METODOLOGI/METHODOLOGY

Waktu dan Tempat/Time and Place

Kegiatan ini dilaksanakan pada November tahun 2019 sampai Maret tahun 2020 di kelompok tani agribisnis perikanan desa Sakatiga Ogan Ilir. This activity was carried out from November 2019 to March 2020 in the agribusiness fisheries farmer group in the village of Sakatiga Ogan Ilir.

Materi Penelitian Research Material

Kegiatan ini menggunakan bahan berupa ikan lele, pakan, probiotik asal rawa, biji kangkong, rock wool, air garam, kapur dolomit, dan molase. Sedangkan alat yang digunakan kolam bundar, pipa, selang, netpot, pompa air, blower, mistar, timbangan, *imhoff cone*, pH meter, DO meter, thermometer.

This study used catfish fingerlings, feed, probiotics from swamps, kangkong seeds, rock wool, water, salt, dolomite lime, and molasses. The tools used were circular pools, pipes, hoses, netpots, water pumps, blowers, rulers, scales, imhoff-cones, pH meters, DO meters, and thermometers.

Rancangan Penelitian Research Design

Metode pengambilan data penelitian dilakukan eksperimental dengan perlakuan pada dua kolam bundar yang disusun untuk sistem bioflok dan sistem bioflok akuaponik sebagai dua populasi ikan pada sistem yang berbeda. Data ikan 30 ekor setiap kolam pada pertumbuhan panjang dan bobot diambil sebagai ulangan. Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali pengulangan pada setiap kolam. The research data collection method was carried out experimentally with two round ponds arranged for the biofloc system and the aquaponic biofloc system as two fish populations in different systems. Data of 30 fishes per pond on length and weight growth were taken as replications. Measurement of water quality was carried out twice in each pond.

Formatted: Font: Not Bold, English (Indonesia)

Pertumbuhan Panjang Mutlak Total Length Growth

Pertumbuhan panjang mutlak diukur dengan cara pengambilan sampel ikan dan dilakukan pengukuran panjang awal ikan ketika ditebar dan panjang ikan diakhir pemeliharaan. Pertumbuhan panjang mutlak dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu: Total length growth was measured by taking fish samples and measuring the initial length of the fish when stocked and the length of the fish at the end of rearing. Total length growth can be calculated using the formula (Effendie, 2002):

$$L_{am} = L_t - L_o$$

Keterangan/Note: L_{am} = Pertumbuhan panjang mutlak Total length growth (cm)
 L_t = Panjang rata-rata akhir Final length (cm)
 L_o = Panjang rata-rata awal Initial length (cm)

Pertumbuhan Bobot Mutlak Absolute Weight Growth

Pertumbuhan bobot mutlak diukur dengan cara pengambilan sample ikan dan dilakukan pengukuran bobot awal ikan ketika ditebar dan bobot ikan diakhir pemeliharaan, di hitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu: Total weight growth was measured by taking fish samples and measuring the initial weight of the fish when stocked and the weight of the fish at the end of maintenance, calculated using the formula (Effendie, 2002):

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan: W_m = Pertumbuhan bobot mutlak (g)
 W_t = Bobot rata-rata akhir (g)
 W_o = Bobot rata-rata awal (g)

Note:

W_m = Total weight growth (g)

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

W_t = final weight (g)
 W_o = initial weight (g)

Rasio Konversi Pakan (FCR) Feed Conversion Ratio

Rasio konversi pakan menunjukkan efisiensi pakan yang digunakan untuk menaikkan setiap gram berat ikan sebagai pengaruh pemberian pakan. Perhitungan rumus konversi pakan menggunakan rumus berdasarkan Hanley (1991), yaitu: The feed conversion ratio shows the efficiency of the feed used to increase each gram of fish weight as the effect of feeding. The calculation of the feed conversion formula based on Hanley (1991):

$$FCR = \frac{F}{W_t + D - W_o} \times 100\%$$

Keterangan/Note: FCR = Feed conversion ratio (%)
F = berat kering pakan yang diberikan dry weight of feed given (g)
 W_t = berat basah ikan akhir pemeliharaan the wet weight of the fish at the end of rearing (g)
 W_o = berat basah ikan awal pemeliharaan the wet weight of the fish at initial rearing (g)
D = berat basah ikan mati selama pemeliharaan the wet weight of dead fish during rearing (g)

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: English (Indonesia)

Formatted: English (Indonesia)

Formatted: English (Indonesia)

Formatted: Font: Not Italic

Kelangsungan hidup (SR) Survival Rate

Tingkat kelangsungan hidup atau *survival rate* menunjukkan nilai persentasi kemampuan ikan bertahan hidup pada akhir pemeliharaan, dihitung menggunakan rumus Effendie (2002), yaitu: The survival rate shows the percentage value of the fish's ability to survive at the end of rearing, calculated using the Effendie formula (2002):

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan: SR = Tingkat kelulus hidupan (%)
 N_t = Jumlah ikan hidup pada akhir penebaran (g)
 N_o = Jumlah ikan hidup pada awal penebaran (g)

Note: SR = Survival rate of fish rearing (%)
 N_t = The final quantity of fish at the end of rearing (g)
 N_o = The initial quantity of fish at initial rearing (g)

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Indent: Left: 1,27 cm, First line: 1,27 cm

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Volume Flok Volume of Floc

Pengukuran volume flok dilakukan setiap pagi hari pada saat awal dan akhir selama kegiatan pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran dilakukan dengan memasukan sampel air sebanyak 1000 ml kedalam *imhoff cone* dan diaman selama 15 menit kemudian flok mengendap pada bagian dasar dan hasil langsung dilihat pada sekela yang ada di *imhoff cone*. Sesuai dengan rumus Suryaningrum (2014), yaitu: Floc volume measurements were carried out every morning at the beginning and end of the catfish rearing activities. Measurements were made by inserting a 1000 ml water sample into the imhoff cone and leaving

it for 15 minutes then the floc settled on the bottom and the results were immediately seen on the scale in the imhoff cone. In accordance with the formula Suryaningrum (2014):

$$\text{Volume of floc/flok} = \frac{\text{Volume of flock at the bottom of dasar imhoff cone (ml)}}{\text{Volume of water samples sampel air (l)}}$$

Kualitas Air Water Quality

Parameter kualitas air yang diukur adalah nilai pH (dengan pH meter), oksigen terlarut (dengan DO meter) dan suhu (dengan thermometer) pada media budidaya. Pengukuran dilakukan setiap 3 kali seminggu selama pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*). Pengukuran ammonia dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan dengan metode spektrofotometri. The water quality parameters measured were the pH value (with a pH meter), dissolved oxygen (with a DO meter) and temperature (with a thermometer) on the culture medium. Measurements were carried out every 3 times a week during the rearing time. Ammonia measurements were carried out at the beginning and end of the rearing using the spectrophotometric method.

Prosedur Kerja Work Procedures

Persiapan Kolam Pond Preparation

Kolam yang digunakan yaitu kolam terpal berbentuk bundar dengan diameter 2 m, tinggi 1 m dan ketinggian air 0,8 m. Persiapan kolam dilakukan untuk mensucikan kolam dengan menyikat dinding kolam untuk merontokan kotoran di tepian dinding kolam menggunakan sikat plastik dan penjemuran dengan sinar matahari selama 60 menit dengan tujuan untuk membunuh bakteri patogen yang mungkin ada. The pond used was a circular tarpaulin pond with a diameter of 2 m, a height of 1 m, and a water level of 0.8 m. Preparation of the pond was carried out to sanitize by brushing to remove dirt from the wall, and drying for 60 minutes with sunlight to kill pathogenic bacteria.

Persiapan Air Kolam Water Pond Preparation

Persiapan air kolam pemeliharaan diawali dengan penebaran garam dan kapur. Dosis dari bahan-bahan yang digunakan tersaji pada Tabel 2. **Prosedur Kerja** Preparation of rearing pond water began with the spread of salt and lime. The dosages of the ingredients used are presented in Table 2.

Table 2. Dosis bahan-bahan untuk persiapan air Material for water pond preparation

Material	Quantity	Dosis/ kebutuhan kolam Total
ma bahan	m ³	quantity/pond (2,5 m ³)
Garam/Salt	1 kg	2,5 kg
Kapur/Lime	50 g	125 g

Penambahan garam krosok dan molase dengan dosis berdasarkan Sueipto *et al.* (2017), yaitu garam krosok 1 kg / m³ air dan dosis kapur 50 g / m³ air. Jadi garam yang ditebar ke dalam kolam sebanyak 2,5 kg dan kapur 125 g kedua bahan ini terlebih dahulu dilarutkan dengan air hingga homogen kemudian ditebar merata ke dalam air kolam, selanjutnya air kolam diinkubasi selama 1 hari. Penambahan garam pada media bertujuan untuk membunuh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur akibat dari sifat garam yang mehidrolisis sel mikroba tersebut sehingga sel mikroba mati (Rimbiasyuti *et al.* 2016). Quantities of salt and molasses based on Sueipto *et al.* (2017) were 1 kg / m³ of water and lime

were 50 g / m³ of water. So the salt that was spread into the pond as much as 2.5 kg and 125 g of lime were first dissolved with water until it was homogeneous then spread into the water, then it was incubated for 1 day. The addition of salt to the media aimed to kill microorganisms such as bacteria and fungi due to the nature of the salt which hydrolyzes the microbial cells so that the microbial cells die (Rimbiasyuti *et al.* 2016).

Persiapan Media Bioflok Biofloc Medium Preparation

Molase merupakan sumber karbon yang ditebar ke dalam media sebagai nutrient bagi bakteri heterotrof yang menguraikan bahan organik tersuspensi di media (Crab *et al.* 2012). Molase sebelum digunakan dimasak terlebih dahulu agar memisahkan molase dengan ampasnya juga sebagai salah satu cara membunuh bakteri yang ada pada molase. Penambahan molase berdasarkan Sueipto *et al.* (2017) yaitu sebanyak 100 ml per m³ dengan volume media 2,5 m³ jadi volume molase yang ditambahkan sebanyak 250 ml. Molase sesuai dosis dilarutkan dengan air kemudian ditebar merata pada titik aerasi yang ada. Selanjutnya penambahan molase dilakukan 7 hari sekali dengan dosis yang dihitung dengan rumus berdasarkan Sueipto *et al.* (2017), yaitu: Molasses is a carbon source that is spread into the media as a nutrient for heterotrophic bacteria which breaks down suspended organic matter in the media (Crab *et al.* 2012). Molasses must be cooked before use it for separating with its dregs and killing contaminant bacteria. The addition of molasses based on Sueipto *et al.* (2017) was as much as 100 ml per m³ with a media volume of 2.5 m³ so the volume of molasses added was 250 ml. Molasses were dissolved with water and then evenly distributed at the existing aeration point. Furthermore, the addition of molasses was carried out every 7 days with quantity calculated by the formula based on Sueipto *et al.* (2017).

$$\text{Molase ml/L} = \frac{F}{150g} \times 100 \text{ ml}$$

Note/Keterangan: F = Jumlah pakan harian/Daily feed (g)

Probiotik yang digunakan yaitu *Bacillus sp.* dan *Streptomyces sp.* asal rawa, dengan dosis 10⁵ CFU/mL⁻¹ (Wijayanti *et al.*, 2020). Setelah probiotik dimasukan ke dalam media selanjutnya media diinkubasi selama 7 hari, kemudian ikan lele (*Clarias sp.*) dengan kondisi sehat dapat ditebar di kolam.

The probiotic used was *Bacillus sp.* and *Streptomyces sp.* swamp origin, at a dose of 10⁵ CFU / mL⁻¹. (Wijayanti *et al.*, 2020). The media must be incubated for 7 days, then healthy catfish (*Clarias sp.*) can be spread in the pond.

Penebaran Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*) Stocking *Clarias* Catfish

Penebaran ikan pada wadah budidaya diawali dengan pengukuran sampel benih ikan lele (*Clarias sp.*) diukur panjang dan bobot pada awal penebaran. Benih yang akan digunakan yaitu ukuran 7 ± 0,5 cm dengan padat penebaran 500 ekor per m³ (Ma'ruf, 2012). Kedua perlakuan yaitu kolam bioflok tanpa akuaponik dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik keduanya ditebar sebanyak 1250 ekor benih ikan lele (*Clarias sp.*). Penebaran ikan lele (*Clarias sp.*) dilakukan pada pagi hari ketika kondisi perairan normal dengan aklimatisasi terlebih dahulu yang bertujuan mengurangi stress pada ikan. The stocking of fish in the aquaculture container was started by measuring the sample of catfish, measured the length and weight at the beginning of stocking. The fishes used were 7 ± 0.5 cm in size with a stocking density of 500 fishes per m³ (Ma'ruf, 2012). The two treatments were biofloc ponds without aquaponics and combined ponds with aquaponics, both of which were stocked with 1250 catfish. The stocking of catfish carried out in the morning when the water conditions are normal with prior acclimatization for reducing the stress of fish.

Persiapan Penanaman Kangkung Preparation for planting water spinach

Kangkung disemai dengan biji di *rockwool* selama 8 hari dikondisi suhu ruang tanpa pencahayaan matahari. Penebaran ke dalam wadah akuaponik setelah muncul beberapa akar dan daun. Penebaran pada media akuaponik pada saat ikan telah seminggu ditebar dalam kolam. Water spinach sowed with seeds at Rockwool for 8 days in room temperature conditions without sunlight. It spread into aquaponic containers after some roots and leaves appear. They put on aquaponic media when the fish have been stocked for a week in the pond.

Pemeliharaan dan Pemberian Pakan Rearing and Feeding Fish

Pemeliharaan dilakukan selama 2 bulan, ikan diambil sampel bobot dan panjang setiap minggunya. Pakan yang diberikan dengan protein 30%. Pemberian pakan dengan metode *Feeding rate* (FR) yang diberikan sebanyak 1% dari biomasa selama 4 hari, dan selanjutnya pemberian pakan secara *at satiation*. Pemberian pakan sebanyak 3 kali dalam sehari yaitu pada pagi hari ketika cuaca mulai hangat sekitar pukul 08.00 WIB, siang 12.00 dan sore pukul 16.00 WIB. Rearing fish was carried out for 2 months. The weight and length of the fish were sampled each week. Feed provided with 30% protein. Feeding with the feeding rate (FR) method was given as much as 1% of the biomass for 4 days, and then feeding at satiation. Feeding was done 3 times a day, at 08.00, 12.00 and 16.00 WIB.

Analisa Data Data Analysis

Analisa data dilakukan dengan menggunakan uji t taraf 5% terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup, dan metode regresi terhadap pertumbuhan, volume flok, dan kelangsungan hidup ikan pada sistem bioflok dan bioflok akuaponik (bioflokua). Analisa data dilakukan secara deskriptif pada kualitas air dengan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengambilan data secara langsung atau berdasarkan kegiatan yang dilakukan dan data sekunder yaitu data yang diperoleh melalui jurnal, buku, laporan dan media lainnya sebagai literatur yang menunjang.

Data analysis was performed using the T-test at a 5% level for growth and survival rate of fish, and regression methods on the growth of fish, floc volume in both systems, the biofloc and the aquaponic-biofloc ('Biofloqua') systems. Data analysis was carried out descriptively on water quality by collecting primary data and secondary data. Primary data is data obtained from direct data collection or based on activities and secondary data obtained from journals and books as supporting literature.

Formatted: Indent: First line: 0 cm

HASIL DAN PEMBAHASAN RESULTS AND DISCUSSIONS

Data hasil pertumbuhan panjang dan bobot mutlak serta rasio konversi pakan ikan lele dalam pemeliharaan disajikan pada Gambar 1, 2, 3 dan 4. Data pada Tabel 3 menunjukkan hasil yang diperoleh kolam bioflok yaitu pertambahan bobot dan panjang mutlak rata-rata berturut-turut 8,00 g dan 6,62 cm pada bulan ke 1, 21,79 g dan 2,38 cm pada bulan ke 2. Dari data tersebut kolam bioflok dengan akuaponik menunjukkan performa yang sedikit lebih baik dengan nilai pertumbuhan bobot dan panjang mutlak rata-rata 8,17 g, 6,67 cm pada bulan pertama dan 22,30 g, 2,43 cm pada bulan kedua. Hasil uji t taraf α 5% menunjukkan bahwa sistem Bioflok dan sistem Bioflokua tidak memberikan pengaruh pada pertumbuhan ikan baik bobot maupun panjangnya.

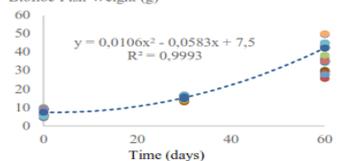
Data on the results of growth in length and absolute weight and the ratio of catfish feed conversion in maintenance are presented in Figures 1, 2, 3, and 4. The data in Table 3 shows the

results obtained by the biofloc pond, the average of total weight gain and total length 8.00 g and 6.62 cm in the first month, and 21.79 g and 2.38 cm in the second month, respectively. The aquaponic biofloc (Biofloqua) ponds showed a slightly better performance than biofloc pond, with an average weight and length growth value of 8.17 g, 6.67 cm in the first month and 22.30 g, 2.43 cm in the second month. The results of T-test 5% level showed that the Biofloc system and the Biofloqua system had no effect on fish growth, both in weight and length.

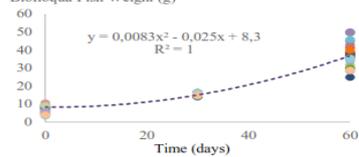
Tabel 3. Bobot dan Panjang Biota Budidaya dalam Kolam Bioflok dan Bioflok Akuaponik
The weight and length of Catfish and Water Spinach in Biofloc and Biofloqua pond systems

Jenis Biota Budidaya	Hari ke-	Bobot Rata-rata	Panjang Rata-rata
Ikan di kolam Bioflok	0	7,16 ± 2,10	9,50 ± 1,83
	30	15,16 ± 0,83	16,12 ± 0,83
	60	36,95 ± 6,42	18,50 ± 0,84
Ikan di kolam Bioflok Akuaponik	0	7,01 ± 2,01	9,45 ± 1,50
	30	15,28 ± 0,59	16,12 ± 0,64
	60	37,58 ± 6,23	18,55 ± 0,79
Kangkung di kolam Bioflok Akuaponik	28	18,21 ± 3,50	29,86 ± 2,12
Organisms of Aquaculture	Time (days)	The average of weight (g)	The average of length (cm)
Fish in Biofloc Pond	0	7.16 ± 2.10	9.50 ± 1.83
	30	15.16 ± 0.83	16.12 ± 0.83
	60	36.95 ± 6.42	18.5 ± 0.84
Fish in Biofloqua Pond	0	7.01 ± 2.01	9.45 ± 1.50
	30	15.28 ± 0.59	16.12 ± 0.64
	60	37.58 ± 6.23	18.55 ± 0.79
Water spinach in Biofloqua Pond	28	18.21 ± 3.50	29.86 ± 2.12

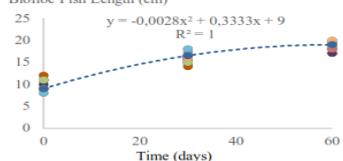
Biofloc Fish Weight (g)



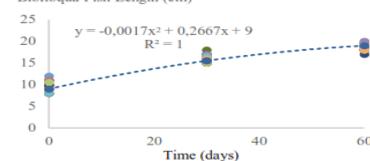
Biofloqua Fish Weight (g)



Biofloc Fish Length (cm)



Biofloqua Fish Length (cm)



Gambar 1. Pertumbuhan bobot dan panjang ikan lele sistem bioflok dan bioflok akuaponik
Figure 1. The weight and length growth of Catfish in Biofloc and Biofloqua systems

Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi dan nafsu makan ikan. Nafsu makan ikan yang tinggi dapat mendorong kecepatan pertumbuhan ikan dan didukung nutrisi terutama protein dalam pakan. Menurut Alfia *et al.* (2013) penurunan mutu air dapat mempengaruhi nafsu makan ikan mengakibatkan asupan nutrisi ke tubuh berkurang, pertumbuhan terhambat. Jika hal tersebut berlangsung lama maka akan mengakibatkan kematian. Pertumbuhan ikan lele dengan sistem budidaya kombinasi bioflok dan akuaponik memiliki keunggulan yaitu perbaikan kualitas air dengan cara penurunan bahan organik, yang semakin efektif oleh kerja bakteri dan resirkulasi melalui tanaman yang menyebabkan nafsu makan sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kolam bioflok tanpa akuaponik dengan data konsumsi pakan selama pemeliharaan kolam bioflok 9500 g dan kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih tinggi 10100 g pada bulan pertama. Hal tersebut sesuai dengan Sukoso, (2002) bahwa jumlah pakan yang diberikan dan kualitas pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Peran probiotik memberikan sumbangan protein dan enzim yang berguna untuk membantu pencernaan ikan dapat meningkatkan laju pertumbuhan (Widanarni, 2012). Fish growth is influenced by nutritional adequacy and fish appetite. A high fish appetite can boost the growth rate of fish and is supported by nutrients, especially protein in feed. According to Alfia *et al.* (2013) a decrease in water quality can affect the appetite of fish resulting in reduced nutrient intake to the body, stunted growth. If it goes on for a long time it will result in death of fish. The growth of catfish with a combined biofloc and aquaponic culture system has the advantage of improving water quality by reducing organic matter, which is more effective by the work of bacteria and recirculation through plants which causes a slightly higher appetite compared to biofloc ponds without aquaponics with feed consumption data for rearing time 9500 g biofloc pond and combination of biofloc and aquaponics was 10 100 g higher in the first month. Sukoso (2002) showed that the amount of feed given and the quality of the feed have an effect on fish growth. The role of probiotics in contributing proteins and enzymes that are useful for helping fish digestion can increase the growth rate (Widanarni, 2012).

Laju pertumbuhan spesifik bobot dan panjang ikan pada sistem Bioflok dan Bioflok Akuaponik ditunjukkan pada regresi yang terdapat pada Gambar 2 dan 3. Regresi linear pertumbuhan bobot ikan pada sistem bioflok dan bioflok akuaponik menunjukkan persamaan $y = 0,0279x + 1,9003$ ($R^2 = 0,9988$) dan $y = 0,0285x + 1,8864$ ($R^2 = 0,9993$), yang artinya laju pertumbuhan spesifik bobot ikan pada sistem bioflok 2,79% per hari sedangkan pada sistem bioflok akuaponik 2,85% per hari. The specific growth rates of fish weight and length in the Aquaponic Biofloc and Biofloc systems are shown in the regression in Figures 2 and 3. Linear regression of fish weight growth in aquaponic biofloc and biofloc systems shows the equation $y = 0,0279x + 1,9003$ ($R^2 = 0,9988$) and $y = 0,0285x + 1,8864$ ($R^2 = 0,9993$), which means that the specific growth rate of fish weight in the biofloc system is 2.79% per day while in the aquaponic biofloc system it is 2.85% per day.

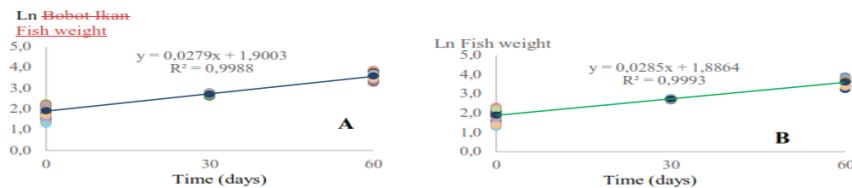


Figure. Gambar 2. Regresi Ln rata-rata bobot ikan pada kolam Bioflok (A) dan Bioflok Akuaponik (B) terhadap lama pemeliharaan (hari) Regression of Ln average weight of fish in Biofloc (A) and Biofloqua (B) ponds on rearing time (days)

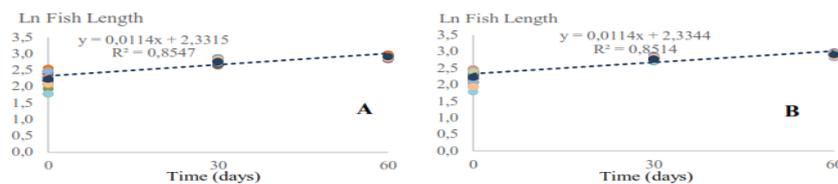
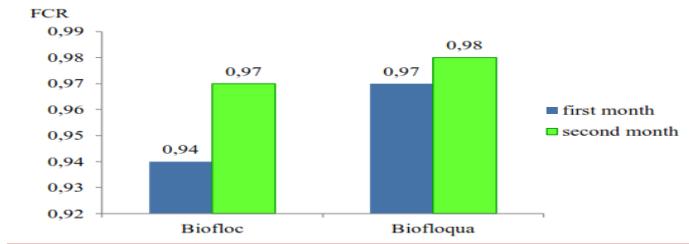


Figure. Gambar 3. Regresi Ln rata-rata panjang ikan pada kolam Bioflok (A) dan Bioflok Akuaponik (B) terhadap lama pemeliharaan (hari) Regression of Ln average length of fish in Biofloc (A) and Biofloqua (B) ponds on rearing time (days)

Hal ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik ikan sistem bioflok akuaponik lebih tinggi dari pada sistem bioflok saja. Regresi linear pertumbuhan panjang ikan pada sistem bioflok dan bioflok akuaponik menunjukkan persamaan $y = 0,0114x + 2,3315$ ($R^2 = 0,8547$) dan $y = 0,0114x + 2,3344$ ($R^2 = 0,8514$), yang artinya laju pertumbuhan spesifik bobot ikan pada sistem bioflok dan bioflok akuaponik sama yaitu 1,14% per hari. Pengintegrasian sistem bioflok dan akuaponik dapat meningkatkan laju pertumbuhan bobot ikan tetapi tidak meningkatkan laju pertumbuhan panjangnya. The specific growth rate of fish in the aquaponic biofloc system is higher than that of the biofloc system alone. Linear regression of fish length growth in biofloc and aquaponic biofloc systems shows the equation $y = 0,0114x + 2,3315$ ($R^2 = 0,8547$) and $y = 0,0114x + 2,3344$ ($R^2 = 0,8514$), which means The specific growth rate of fish weight in the biofloc and aquaponic biofloc systems was the same, namely 1.14% per day. The integration of biofloc and aquaponics systems can increase the growth rate of fish weight but does not increase the length growth rate.

Feed conversion ratio (FCR) atau rasio konversi pakan adalah perbandingan (rasio) antara berat pakan yang telah diberikan dengan biomasa ikan yang diperoleh dengan satuan berat yang sama. Nilai rasio konversi pakan dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan dan kemampuan ikan dalam menyerap nutrisi pakan menjadi biomasa (Hany, 2008). Feed conversion ratio (FCR) is the ratio between the weight of feed that has been given and the biomass of fish obtained with the same unit weight. The value of the feed conversion ratio is

influenced by the quality of the feed given and the ability of the fish to absorb feed nutrients into biomass (Hany, 2008).



Gambar Figure 4. Rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR) budidaya lele bulan ke-1 dan ke-2 Feed Conversion Ratio (FCR) of Catfish culture on two months rearing time

Semakin kecil nilai rasio konversi pakan menunjukkan efektifitas dan efisiensi pakan yang di berikan semakin tinggi (Sukoso, 2002). Nilai rasio konversi pakan pada kolam bioflok mendapatkan hasil terbaik karena nilai lebih kecil yaitu 0,94(bulan pertama); 0,97(bulan kedua) dan kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik yaitu 0,97(bulan pertama); 0,98(bulan kedua). Hasil tersebut sesuai dengan DJPB (2018) yang menyatakan dalam budidaya lele dengan sistem bioflok mampu menekan nilai rasio konversi pakan kurang dari 1, yang artinya efisien pakan karena untuk menghasilkan biomasa 1 kg dibutuhkan pakan kurang dari 1 kg. Menurut Widanarni *et al.* (2008) efisiensi pakan yang diperoleh kedua perlakuan disebabkan oleh biomasa bioflok yang terbentuk dapat menjadi sumber nutrisi atau makanan tambahan bagi kultivan budidaya. Pembentukan bioflok dengan starter probiotik asal rawa (*Bacillus* sp. dan *Streptomyces* sp.) diketahui dapat membantu pencernaan dan meningkatkan pertumbuhan ikan (Antika, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020) dan memperbaiki kandungan nutrisi pakan (Widanarni *et al.*, 2012).

The smaller value of the feed conversion ratio shows the higher effectiveness and efficiency of the feed given (Sukoso, 2002). The feed conversion ratio value in the biofloc pond got the best results because the value was less than 1, 0.94 (first month); 0.97 (second month), and the combined biofloc and aquaponics, 0.97 (first month); 0.98 (second month). According to DJPB (2018), they stated that catfish farming with the biofloc system is able to reduce the feed conversion ratio value of less than 1, which means feed efficiency because to produce 1 kg of biomass, less than 1 kg of feed is needed. The feed efficiency obtained by both treatments is

caused by the biofloc biomass that is formed which can contribute to nutrients or additional food for fish in the culture pond (Widanarni *et al.*, 2008). The formation of biofloc with a probiotic starter from the swamp bacteria (*Bacillus* sp. and *Streptomyces* sp.) has been known to improve the nutritional content of the feed (Widanarni *et al.*, 2012) and help digestion and increase fish growth (Antika, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020).



Figure Gambar 5. Kolam bundar Bioflok dan Biofloqua The Biofloc and Biofloqua circular pond

Tabel 1 menampilkan perolehan bobot dan panjang mutlak kangkung berturut turut 18,21 ± 3,50 gram dan 20,86 ± 2,12 cm dengan total biomasa yang diperoleh antara 5,5-6 kg saat panen setelah usia 20 hari. Menurut Sayekti *et al.* (2018) budidaya kangkung pada media yang kaya bahan organik akan meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung, dapat berupa limbah budidaya ikan maupun pupuk organik. Adapun keunggulan teknologi bioflok dan akuaponik yaitu tingginya amonia dapat direduksi oleh sayuran kangkung dengan bantuan akar tanaman mikroba, dan terjadi resirkulasi dan penyerapan unsur hara yang kemudian dapat memperbaiki kualitas air (Setijaningsih, 2009).

Table 1 shows the weight gain and total length of water spinach, respectively 18.21 ± 3.50 grams and 20.86 ± 2.12 cm with total biomass obtained between 5.5-6 kg at harvest after 20 days. According to Sayekti *et al.* (2018), cultivating water spinach or vegetable on the media-rich organic matter will increase the growth of water spinach plants. The media-rich organic matter can be from the fish cultivation waste or organic fertilizer. The advantages of combined biofloc and aquaponics technology can reduce high ammonia in the aquaculture media by vegetables and the microbes on the root. The recirculation and absorption of nutrients can improve the water quality of aquaculture media (Setijaningsih, 2009).

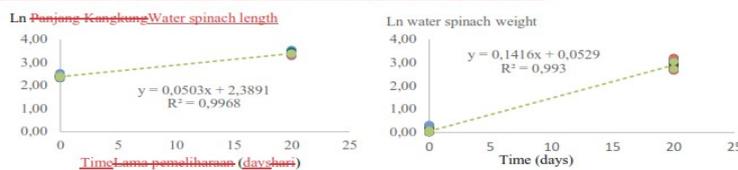


Figure Gambar 6. Grafik regress pertumbuhan panjang dan bobot mutlak kangkung pada sistem BIOFLOKUA. Regression graph of the total length and weight of water sinach in the Biofloqua system

- Formatted: Not Expanded by / Condensed by
- Formatted: Underline, Not Expanded by / Condensed by
- Formatted: Not Expanded by / Condensed by
- Formatted: Underline, Not Expanded by / Condensed by
- Formatted: Not Expanded by / Condensed by

Laju pertumbuhan spesifik panjang dan bobot kangkung berturut-turut 5,03% dan 14,16% per hari (Gambar 6). Limbah kolam lele yang kaya dengan bahan organik dan dengan adanya peran mikroba akan membantu penguraian amonia menjadi nitrat sehingga pertumbuhan kangkung optimal (Pitrianiingsih *et al.*, 2014). Ketersediaan limbah budidaya dan lancarnya sirkulasi air sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kangkung efektif dapat memanfaatkan nutrient (unsur karbon dan nitrogen) yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya dari limbah budidaya sehingga dapat menurunkan nilai amonia mencapai 0,22 mg.l⁻¹ dalam 3 minggu pemeliharaan (Perdana *et al.*, 2015). Untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman kangkung kolam disarankan telah memiliki limbah atau penebaran bibit kangkung minimal 1 minggu setelah pemeliharaan ikan. Dibutuhkan kontrol terhadap aliran air ke akar tanaman agar tetap lancar sehingga suplai oksigen cukup ke akar tanaman. Tanaman kangkung umumnya dapat panen dalam 3 bulan budidaya ikan sebanyak 4-5 kali umumnya dapat dipanen mulai umur tanam 18 hari (25-28 hari dari semai biji di *rock wool*) (Rahmadhani *et al.*, 2020). The specific growth rates for length and weight of water spinach were 5.03% and 14.16% per day, respectively (Figure 6). Catfish pond waste is rich in organic matter and the role of microbes will help decompose ammonia into nitrates so that the growth of water spinach is optimal (Pitrianiingsih *et al.*, 2014). The availability of organic cultivation waste and water recirculation greatly affects plant growth. The vegetable plant can effectively utilize the nutrients (elements of carbon and nitrogen) for its growth. It can reduce the ammonia value to 0.22 mg.l⁻¹ in 3 weeks of rearing (Perdana *et al.*, 2015). To optimize the growth of pond vegetable plants, it is advisable to stock the seeds for at least 1 week after raising the fish. It takes control of the flow of water to the plant roots to keep the supply of oxygen and water for optimizing the role of the microbial root. Water spinach plants can generally be harvested 4-5 times for 3 months of rearing fish. They can be harvested starting from the planting age of 18 days (25-28 days from seedlings in rock wool) (Rahmadhani *et al.*, 2020).

Formatted: Font: Italic

Formatted: Superscript

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Kualitas Air dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele Water Quality and Catfish Survival

Data hasil pengukuran kualitas air di kolam bioflok dan kolam bioflok dengan akuaponik dalam pemeliharaan disajikan pada Tabel 3. Kelangsungan hidup ikan lele di kolam kombinasi bioflok dan akuaponik mendapatkan nilai 96% yang lebih tinggi dari kolam bioflok 92% pada bulan pertama, tetapi 100% keduanya pada bulan kedua. Data on the results of water quality measurements in biofloc and biofloc-aquaponics ponds in rearing time are presented in Table 3. The survival of catfish in the combined biofloc and aquaponic ponds received 96% which was higher than the 92% biofloc pond in the first month, but 100% of both in the second month.

Formatted: English (United States)

Tabel 3. Suhu, DO, pH dan kelangsungan hidup ikan lele selama dua bulan pemeliharaan Temperature, Dissolved Oxygen, pH value and Survival Rate of *Clarias catfish* in rearing time (2 months)

Parameter	Bioflok		Bioflokua	
	First Month Bulan ke-1	Bulan ke-2 Second Month	Bulan ke-1 First Month	Bulan ke-2 Second Month
Temperature/Suhu (°C)	30,3-31,5	30,7-31,9	29,5-31,0	30,3-31,3
pH value	6,5-7,0	6,0-7,0	6,5-7,0	6,0-7,0
Dissolved Oxygen/Oksigen terlarut (mg.l ⁻¹)	4,5-7,1	5,4-7,2	4,7-7,4	5,8-7,3
Ammonia (mg.l ⁻¹) akhir	-	-	0,71	0,53
Survival Rate/Kelangsungan Hidup (%)	92	96	100	100

Dulan pertama kondisi budidaya ikan sistem bioflok masih belum stabil sampai ikan kultivan mampu beradaptasi dengan sistem yang terbentuk. Pada bulan kedua, kondisi ikan lebih stabil sehingga kedua sistem baik bioflok dan bioflokua sudah mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya hingga 100%. Tingginya kelangsungan hidup pada media sirkulasi bioflok yang terintegrasi dengan sistem sirkulasi akuaponik dapat disebabkan adanya sistem penjagaan kualitas air dari tanaman yang mampu memanfaatkan bahan organik sisa metabolisme ikan menjadi nutrient pertumbuhannya dengan bantuan mikroba yang menempel di perakaran tanaman dan media kultur. Menurut Kurniawan *et al.*, (2018) sirkulasi air melalui tanaman memberikan manfaat bagi ikan yaitu limbah amonia, nitrit dan nitrat dapat dimanfaatkan tanaman sehingga menurunkan cemaran limbah dengan demikian perairan menjadi optimum bagi ikan. In the first month, the condition of the biofloc system fish rearing was still unstable. It is showed that the fish survival rate less than 100%. They must be adapted to the system that was formed in both circular pond systems. In the second month, the fish condition was more stable. Both the biofloc and bioflokua systems were able to maintain their survival rate up to 100%. The high survival in biofloc circulation media that was integrated with the aquaponic recirculation system can be caused by the existence of a water quality maintenance system from plants. They utilize organic matter from fish excretion to become nutrient with the help of microbes attached to plant roots and floc form in culture media. The water circulation through plants provides benefits for fish, because ammonia, nitrite, and nitrate waste can be utilized by plants for their growth. The plants reduced waste contamination, so the water quality can be optimized for fish rearing (Kurniawan *et al.*, 2018).

Adapun penyebab kematian ikan lele selama pemeliharaan dapat dipengaruhi oleh perubahan suhu pada musim kemarau ke penghujan yang menyebabkan ikan stres akibat suhu esasa terik dan diguyur hujan biasanya berdampak pada kolam outdoor dengan ketinggian air dibawah satu meter, sesuai dengan Boyd *et al.*, (1989) faktor pembatas yang cukup nyata dalam kehidupan ikan adalah perubahan suhu air media pemeliharaan. Stres pada ikan menyebabkan ikan mudah terkena penyakit dan jika berlangsung lama akan menurunkan nafsu makan hingga mengalami kematian. Penurunan pH dan oksigen terlarut dapat menyebabkan kerja probiotik dalam menguraikan bahan organik menurun sehingga akumulasi feses menjadi amonia penguraianannya terlambat dan memungkinkan ikan keracunan amonia (NH₃). Pengukuran amonia selama pemeliharaan setelah dilakukan pergantian air 15 cm dari permukaan air pada minggu ke dua pemeliharaan dan diperoleh nilai konsentrasi amonia kolam bioflok 0,27 mg.l⁻¹ dan kolam bioflok dengan akuaponik 0,20 mg.l⁻¹ nilai amonia keduanya masih tergolong aman untuk kegiatan budidaya ikan lele <0,8 mg.l⁻¹ (BBPBAT, 2005).

The causes of catfish mortality during maintenance can be influenced by changes in temperature during the dry season which causes stress for fish due to hot weather and rain usually affects outdoor ponds with water levels below one meter (Boyd *et al.*, 1989). The change in water temperature of the rearing media always follows the change of weather. Stress on fish causes fish to be susceptible to disease. If it lasts for a long time, it will reduce appetite until the fishes die. Decreasing pH and dissolved oxygen can cause decreasing in probiotic's decomposing organic matter. It could be the accumulation of feces into ammonia. The fish can be poisoned with ammonia (NH₃). Measurement of ammonia during maintenance after a change of water in the second week of rearing. The ammonia concentration value of the biofloc pond was 0.27 mg.l⁻¹ and the biofloc aquaponics pond was 0.20 mg.l⁻¹. Both ammonia values were still classified as safe for catfish farming activities <0.8 mg.l⁻¹ (BBPBAT, 2005).

Formatted: Font: Italic

Formatted: Subscript

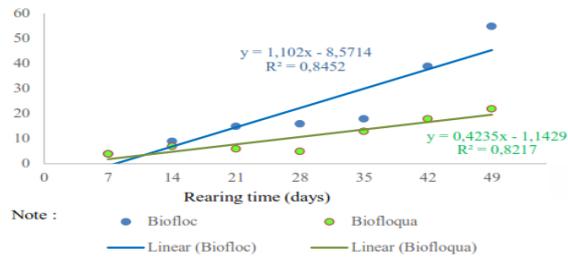
Formatted: Superscript

Formatted: Superscript

Formatted: Superscript

Data kualitas air yang disajikan pada tabel diatas menunjukkan kisaran suhu kolam bioflok 30,3-31,9°C dan 29,5-31,3°C kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik. Kedua kolam terjadi penurunan suhu akibat dari perubahan musim dari kemarau ke musim hujan. Suhu pada kolam kombinasi bioflok dengan akuaponik lebih rendah akibat dari konstruksi wadah tanaman yang

Volume of Floc in media volume (10^{-3} v/v)



Biofloc Biofloqua

Gambar 7. Volume floc pada kedua sistem kolam Bioflok dan Biofloqua selama pemeliharaan 49 hari
Figure 7. Floc volume in Biofloc and Biofloqua system ponds for rearing time 49 days

Gambar 7 menunjukkan hasil pengukuran volume floc yang terbentuk diakhir pemeliharaan, untuk kolam bioflok tanpa akuaponik 55 ml.l^{-1} lebih tinggi dari kolam kombinasi bioflok dan akuaponik yang hanya 22 ml.l^{-1} . Laju pembentukan volume floc ada sistem bioflok saja mencapai $1,1 \text{ ml.l}^{-1}$ per hari berada diatas laju pembentukan floc sistem biofloqua $0,42 \text{ ml.l}^{-1}$ per hari. Hal ini dapat disebabkan oleh keberadaan tanaman akuaponik yang memanfaatkan nutrisi pembentuk bioflok baik sumber karbon maupun nitrogen yang digunakan sebagai nutrient untuk pertumbuhan tanaman. Penurunan volume floc terjadi pemanfaatan limbah oleh tanaman diakhir pemeliharaan yang semakin meningkat. Volume floc dipengaruhi oleh bahan organik dan resirkulasi melalui tanaman yang sifatnya menyaring feses ikan dan kemudian akan menurunkan bahan organik diperairan sehingga floc yang terbentuk lebih rendah karena penyerapan bahan organik untuk pertumbuhan tanaman (Sayekti *et al.*, 2018). Figure 7 shows the measurement results of the volume of floc formed at the end of maintenance, for a 55 ml.l^{-1} non-aquaponic biofloc pond, which was higher than the combined biofloc and aquaponics pond, which was only 22 ml.l^{-1} . The floc volume formation rate in the biofloc system alone reached 1.1 ml.l^{-1} per day, which was above the floc formation rate for the 0.42 ml.l^{-1} biofloc system per day. This can be caused by the presence of aquaponic plants that utilize biofloc-forming nutrients, both carbon and nitrogen sources, which are used as nutrients for plant growth. The decrease in floc volume occurs due to increased utilization of waste by plants at the end of rearing time. Floc volume is influenced by organic matter and recirculation through plants which filter fish feces and reduce the organic matter in the water. The floc formed in biofloqua pond is lower due to the absorption of organic matter for plant growth (Sayekti *et al.*, 2018).

Meskipun hasil pertumbuhan ikan berbeda tidak signifikan lebih tinggi, sistem Biofloqua yaitu akuaponik kangkung yang terintegrasi dengan bioflok menjadi sistem baru yang dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan penghasilan pembudidaya ikan dengan panen sayur dan ikan. Although the biofloqua fish growth was not significantly higher than the biofloc fish growth, the Biofloqua system (aquaponics of water spinach which was integrated with biofloc system) became a new system that could be an alternative to increase the income of fish farmer by harvesting vegetables and fish.

KESIMPULAN/CONCLUSION

Kombinasi bioflok dengan akuaponik (sistem BIOFLOKUA) menunjukkan performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele yang lebih baik dan keduanya efisien dalam pakan $\text{FCR} < 1,00$. Kangkung mampu tumbuh dengan memanfaatkan limbah budidaya, meskipun mengurangi volume floc, tetapi dapat menjadi hasil tambahan pada produksi ikan lele. The combination of biofloc and aquaponics (Biofloqua system) showed better growth and survival performance of catfish. Both Biofloc and Biofloqua systems were efficient in feed FCR less than 1.00. Water spinach can grow by utilizing aquaculture waste, although it reduces floc volume, it can be an additional product in catfish production.

UCAPAN TERIMAKASIH/ACKNOWLEDGMENTS

Ucapan terimakasih kepada Universitas Sriwijaya yang telah mendanai program Pengabdian kepada Masyarakat 2019 dalam skema Inovasi, dan kepada seluruh pihak yang membantu hingga penelitian selesai pihak masyarakat desa Sakatiga terutama Bapak Sunarso, SP dan kelompok tani Agribisnis beserta warga Pesantren Raudhatul Ulum. Gratitude to the University of Sriwijaya, which has funded the Community Service program in 2019 in the scheme of innovation, and to all those who helped to complete the study of rural communities Sakatiga especially Mr. Sunarso, SP and farmer groups, and their agribusiness Raudhatul Ulum boarding school residents.

DAFTAR PUSTAKA REFERENCES

- Abulias, N., Utarini, S. dan Winarni, E., 2014. Manajemen Kualitas Media Pendederan Lele (*Clarias sp.*) Pada Lahan Terbatas dengan Teknik Bioflok. *Jurnal MIPA*. 37 (1), 16–21.
- Alfia, R.A., Arini, dan Elfitasari, T., 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (3), 86-93.
- Antika, R. M., 2019. Kepadatan Bakteri, Efisiensi Pakan, dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Diberi Pakan dengan Penambahan Bakteri Kandidat Probiotik Asal Rawa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT), 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). Sukabumi.
- Boyd, C.E., 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departement Series No.2. Alabama Agraculture Experiment Station. Auburn University. Alabama.
- Citra, N., 2019. Pengaruh Pemberian Bakteri Asal Rawa Kandidat Probiotik Dalam Pakan Untuk Mencegah Infeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila* pada Ikan Gabus (*Channa Striata*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for a Sustainable Production. *Jurnal Aquaculture*. 270 (1), 1–14.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2012. Biofloc technology in Aquaculture Beneficial Effects and Future Challenges. *Jurnal Aquaculture*. 1 (1) 351–356.
- da Rocha AF, Biazzeiti ML, Stech MR, da Silva RP. 2017. Lettuce Production In Aquaponic And Biofloc Systems With Silver Catfish *Rhamdia quelen*. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 44(vol. esp.): 64 – 73.

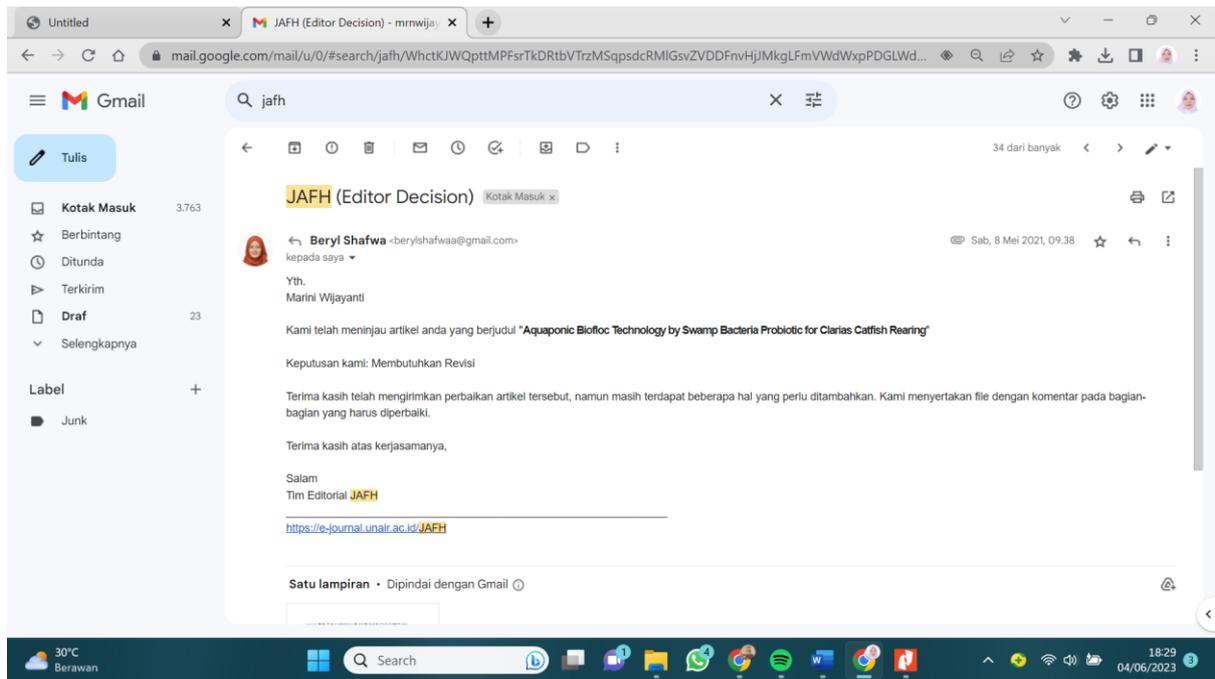
Formatted: Superscript

Formatted: Superscript

Formatted: Superscript

Formatted: Superscript

- DJPB. 2018. Kementerian Kelautan dan Perikanan Selenggarakan Bimbingan Teknis Bantuan Pemerintah Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok [online]. (diakses pada tanggal 20 september 2019)
- Effendie, M.I., 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ekasari, J., 2009. Teknologi Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 8 (2), 117-126.
- Faridah., Diana, S. dan Yuniati., 2019. Budidaya Ikan Lele dengan Metode Bioflok pada Peternak Ikan Lele Konvensional. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (2), 224-226
- Goda AM, Essa MA, Hassaan MS, Sharawy Z. 2015. Bio Economic Features for Aquaponic Systems in Egypt. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 525-532.
- Hanley, F., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 93(4), 323-334.
- Hany, H., 2008. Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla Terfermentasi pada Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Produktivitas Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (2), 177-181.
- Kurniawan, A., Asriani, E dan Sari, S. P., 2018. *Bioflok dan Akuaponik untuk Bangka Belitung*. Malang: Media Nusa Kreatif.
- Perdana, T.R., Raza'I, T.S. dan Zulfikar, A., 2015. Tingkat Penyerapan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) Dengan Luasan Wadah Tanam Sistem Akuaponik Yang Berbeda Terhadap Kandungan Amonia (NH₃) Pada Limbah Budidaya Lele. *Jurnal UMRAH*. 1(1), 1-9.
- Pinho SM, Molinari D, de Mello GL, Fitzsimmons KM, Emerenciano MGC. 2017. Effluent from a biofloc technology (BFT) tilapia culture on the aquaponics production of different lettuce varieties. *Ecological Engineering* 103 : 146-153.
- Pitrianiingsih, C., Suminto dan Sarjito. 2014. *Pengaruh Kandidat Probiotik Terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C,N,P dan K Melalui Kultur Lele Dumbo (Clarias gariepinus)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pratama, W. D., 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture*. 1 (1), 27 - 35
- Purwati, S. R., 2017. *Analisis Usaha Budidaya Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Menggunakan Penerapan Sistem Bioflok dan Sistem Konvensional Di Kelurahan Palas Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru Provinsi Riau*. Skripsi. Universitas Negeri Riau.
- Puspita, E.V. dan Sari, R.P., 2018. Effect of different stocking density to growth rate of catfish (*Clarias gariepinus*, burch) cultured in biofloc and *Nitrobacter* media. *Aquasains Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 6(2), 563-568.
- Rahmadhani, L.E., Widuri, L.I., Dewanti, P. 2020. Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, Dan Pakcoy) Dengan Sistem Budidaya Akuaponik Dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi* 14(01), 33-43.
- Rimbiyastuti, H., Suwarsono, dan Julianto, A., 2016. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (*NaCl*) Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (*NaCl*) Terhadap Daya Hambat Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 3 (1) 30-33.
- Sayekti, R. S., Prajitno, D., Indradewa, D., 2018. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Daun Kangkung (*Ipomea reptans*) Akuaponik. *Journal of Agriculture Innovation*, 1(1), 15-22.
- Schryver, D., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The Basic of Biofloc Technology: The Added Value for Aquaculture. *Journal Aquaculture*. 27 (1), 125-137.
- Setijaningsih L. 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor
- Simanjuntak, I.C., 2017. Perbedaan Konsentrasi Bakteri Penyusun Bioflok terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 1 (1), 47-56.
- Sucipto, A., Sunarna, A., Yanti, D. H., Maskur. dan Rahmat., 2018. Perbaikan Sistem Budidaya Ikan Nila Melalui Teknologi Bioflok. *Jurnal Perekayasaan Akuakultur Indonesia*. 2 (1) 115 - 128.
- Sukoso., 2002. *Pemanfaatan Mikroalga dalam Industri Pakan Ikan*. Jakarta: Agritek YPN.
- Suryaningrum, F. M., 2014. Aplikasi Teknologi Bioflok Pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*. 1 (1), 1-123.
- Widanarni., Setiawati, M. dan Sukenda., 2008. Bakteri Probiotik Dalam Budidaya Udang: Seleksi, Mekanisme Aksi, Karakterisasi, dan Aplikasinya Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 13 (2), 80-89
- Widanarni., Wahjuningrum, D. dan Puspita, F., 2012. Aplikasi Bakteri Probiotik Melalui Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*. 2 (1), 19 - 29
- Wijayanti, M., Jubaedah, D., Yulistya, O., Tanbiyaskur, Sasanti, A.D., 2020. Optimization of striped snakehead fish (*Channa striata*) culture using swamp microbial combination and nitrification bacteria. *AACL Bioflux*, 13(2), 1064-1075



Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for *Clarias* Catfish Rearing

Abstract

Conventional catfish culture in Ogan Ilir (OI) have not optimal production, it can be increased by biofloc and aquaponics with local swamp bacteria as a starter. The purpose of this study was to apply biofloc technology and a combination of aquaponic-biofloc to increase the productivity of catfish (*Clarias* sp.) rearing. The study used two ponds, a biofloc circular pond and a combined biofloc and aquaponic (biofloqua) for two months. The results of the specific growth rate of fish in the aquaponic biofloc system were higher than that of the biofloc system alone. The survival of the fish during two rearing months of the Biofloqua system was 100% while the Biofloc system was 92-96%. The water quality data that measured were temperature, 30.3–31.9°C, Dissolved oxygen 4.5–7.2 mg.l⁻¹, pH 6-7, and ammonia concentration 0.27-0.71 mg.l⁻¹ in the biofloc system and 29.5-31.3°C, 4.7-7.4 mg.l⁻¹, pH 6-7, 0.20-0.53 mg.l⁻¹ in biofloqua system, respectively. The floc volume formation rate in the biofloc system alone reached 1.1 ml.l⁻¹ per day, which was above the floc formation rate for the biofloqua system 0.42 ml.l⁻¹ per day, due to the use of nutrients for plant growth. The combination of biofloc and aquaponics showed more optimal growth performance and both were efficient in feed (Food Conversion Ratio / FCR <1.00). Although the results of the 5% level t test showed no difference in the performance of the aquaculture biota between the two systems, Biofloqua can be an alternative to increase fish farmer income by harvesting vegetables and fish together.

Key words: Aquaponics, biofloc, *Clarias* catfish production.

INTRODUCTION

The conventional culture of catfish (*Clarias* sp.) in Sakatiga village has a relatively low fish survival problem. Sakatiga village fish farmers currently need an aquaculture system to support the growth and production of more productive fish culture, especially catfish in swamp areas. DJPB (2018) stated that conventional cultivation has a stocking density of 100 fishes/m³. To get optimal fish production, bio-floc technology is needed to increase the production of catfish with a stocking density of 500 fish / m³ (Purwati et al., 2017). This method could produce 20% heavier fish weight biomass with a fast harvest period of about 20% (2.5 months) of conventional methods (Faridah et al., 2019), and FCR less than 1.00 (BBPBAT, 2005).

In principle, biofloc technology utilizes microbes in the form of selected heterotrophic bacteria for water quality management based on the ability of bacteria to decompose organic and inorganic Nitrogen (Ekasari, 2009). The heterotrophic bacteria that make up the biofloc include *Bacillus* sp., *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polmyxa*, and *Lactobacillus* sp. (Simanjuntak, 2017). The floc formation is not only composed of floc-forming heterotrophic bacteria and filamentous bacteria but also from zooplankton, microalgae, fungi, suspended particles, and detritus (Schryver et al, 2008). Biota and organic materials that accumulate around bound cells form floc which can be a food source for shrimp and fish (Crab et al, 2007).

The cultivation with high stocking density causes a decrease in water quality due to the accumulation of organic matter. The decreasing water quality is indicated by the water becoming smelly, so the ammonia concentration increases and the fish appetite decreases. To improve water quality, it can be done by applying an aquaponics system. Aquaponics can help reduce nitrate concentrations through the direct utilization of nitrates by plants (Pratama, 2017). Aquaponics, in principle, is optimizing narrow land to get maximum results such as fish and vegetables. The combination of biofloc and aquaponics will help maintain water quality in catfish cultivation. It can optimize stocking density cultivation as well as research on the optimization of stocking density for catfish cultivation with biofloc and Nitrobacter systems, support the highest specific growth rate and the lowest FCR of fishes (Puspita and Sari, 2018). The laboratory scale snakehead fish with swamp probiotic starter could give the best performance of fish and water quality in biofloc technology of rearing system (Wijayanti et al., 2020).

An IMTA (Integrated Multitrophic Aquaculture) system can be formed by integrating Biofloc Technology and Aquaponic System (BIOFLOQUA = Biofloc Aquaponic System) or

called Biofloqua. According to Goda et al. (2015), the IMTA system achieves the best average net income and is able to cover production costs by achieving an economic surplus capacity of 47-53% and a recovery period for invested capital of fewer than 2.17 years, so that it can become an opportunity for small-scale business units in the country -developing country. Aquaponics and biofloc systems have advantages when compared to conventional fish production. This system uses only a single tank to produce vegetables and fish together. Farmers can produce catfish using an aquaponic system with or without biofloc, which can increase their productivity (da Rocha et al., 2017).

The pilot in the form of a demonstration plot for the aquaponic biofloc cultivation system is expected to prove that simple aquaponic biofloc technology innovation can provide benefits that can ensure sustainable business because it is profitable and environmentally friendly (da Rocha et al, 2017; Pinho et al, 2017). The aim of this study is the application of Biofloc and Biofloqua technology (integrated Biofloc and Aquaponics) with swamp probiotic starter for increasing the productivity of catfish (*Clarias sp.*) rearing culture in farmer groups business at Ogan Ilir swamp area.

METHODOLOGY

Time and Site

This activity was carried out from November 2019 to March 2020 in the agribusiness fisheries farmer group in the village of Sakatiga Ogan Ilir.

Research Materials

This study used catfish fingerlings, feed, probiotics from swamps, kangkong seeds, rock wool, water, salt, dolomite lime, and molasses. The tools used were circular pools, pipes, hoses, netpots, water pumps, blowers, rulers, scales, im hoff-cones, pH meters, DO meters, and thermometers.

Research Design

The research data collection method was carried out experimentally with two round ponds arranged for the biofloc system and the aquaponic biofloc system as two fish populations in different systems. Data of 30 fishes per pond on length and weight growth were taken as replications. Measurement of water quality was carried out twice in each pond.

Work Procedures

Pond Preparation

The pond used was a circular tarpaulin pond with a diameter of 2 m, a height of 1 m, and a water level of 0.8 m. Preparation of the pond was carried out to sanitize by brushing to remove dirt from the wall, and drying for 60 minutes with sunlight to kill pathogenic bacteria.

Pond Water Preparation

Preparation of rearing pond water began with the spread of salt and lime. The dosages of the ingredients used are presented in Table 2.

Table 2. Material for water pond preparation

Materials	Quantity/ m ³	Total quantity/pond (2,5m ³)
GaramSalt	1 kg	2,5 kg
KapurLime	50 g	125 g

Quantities of salt and molasses based on Sucipto et al (2017) were 1 kg / m³ of water and lime were 50 g /m³ of water. So the salt that was spread into the pond as much as 2.5 kg and 125 g of lime were first dissolved with water until it was homogeneous then spread into the water, then it was incubated for 1 day. The addition of salt to the media aimed to kill microorganisms such as bacteria and fungi due to the nature of the salt which hydrolyzes the

microbial cells so that the microbial cells die (Rimbiyastuti et al. 2016).

Biofloc Medium Preparation

Molasses is a carbon source that is spread into the media as a nutrient for heterotrophic bacteria which breaks down suspended organic matter in the media (Crab et al, 2012). Molasses must be cooked before use it for separating with its dregs and killing contaminant bacteria. The addition of molasses based on Sucipto et al (2017) was as much as 100 ml per m³ with a media volume of 2.5 m³ so the volume of molasses added was 250 ml. Molasses were dissolved with water and then evenly distributed at the existing aeration point. Furthermore, the addition of molasses was carried out every 7 days with quantity calculated by the formula based on Sucipto et al (2017).

$$\text{Molasse ml/L} = \frac{F}{150g} \times 100 \text{ ml}$$

Where:

F = Daily feed (g)

The probiotic used was *Bacillus sp.* and *Streptomyces sp.* swamp origin, at a dose of 10⁵ CFU /mL⁻¹ (Wijayanti et al., 2020). The media must be incubated for 7 days, then healthy catfish (*Clarias sp.*) can be spread in the pond.

Catfish Stocking

The stocking of fish in the aquaculture container was started by measuring the sample of catfish, measured the length and weight at the beginning of stocking. The fishes used were 7 ± 0.5 cm in size with a stocking density of 500 fishes per m³ (Ma'ruf, 2012). The two treatments were biofloc ponds without aquaponics and combined ponds with aquaponics, both of which were stocked with 1250 catfish. The stocking of catfish carried out in the morning when the water conditions are normal with prior acclimatization for reducing the stress of fish.

Preparation for planting water spinach

Water spinach sowed with seeds at Rockwool for 8 days in room temperature conditions without sunlight. It spread into aquaponic containers after some roots and leaves appear. They put on aquaponic media when the fish have been stocked for a week in the pond.

Rearing and Feeding Fish

Rearing fish was carried out for 2 months. The weight and length of the fish were sampled each week. Feed provided with 30% protein. Feeding with the feeding rate (FR) method was given as much as 1% of the biomass for 4 days, and then feeding at satiation. Feeding was done 3 times a day, at 08.00, 12.00 and 16.00 WIB.

Parameters

Absolute length growth was measured by taking fish samples and measuring the initial length of the fish when stocked and the length of the fish at the end of rearing. Total length growth can be calculated using the formula (Effendie, 2002):

$$La = Lt - Lo$$

Where:

La = Total length growth (cm)

Lt = Final length (cm)

Lo = Initial length (cm)

Total weight growth was measured by taking fish samples and measuring the initial

Commented [D1]: Sebutkan spesifikasi bahan dan alat yang digunakan, untuk ikan dapat disebutkan bobot awal atau panjang awalnya

Commented [D2]: Cantumkan rancangan percobaan yang digunakan, misalnya rancangan acak lengkap. Perlakuannya ada bioflok dan bioflok akuaponik, pengulangannya tidak jelas.

weight of the fish when stocked and the weight of the fish at the end of maintenance, calculated using the formula (Effendie ,2002) :

$$W_m = W_t - W_o$$

Where

W_m = Total weight growth (g)

W_t = final weight (g)

W_o = initial weight (g)

The feed conversion ratio shows the efficiency of the feed used to increase each gram of fish weight as the effect of feeding. The calculation of the feed conversion formula based on Hanley (1991) :

$$FCR = \frac{F}{W_{t+D} - W_o} \times 100\%$$

Where:

FCR = Feed conversion ratio (%)

F = dry weight of feed given (g)

W_t = the wet weight of the fish at the end of rearing(g)

W_o = the wet weight of the fish at initial rearing(g)

D = the wet weight of dead fish during rearing(g)

The survival rate shows the percentage value of the fish's ability to survive at the end of rearing, calculated using the Effendie formula (2002) :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Where:

SR = Survival rate of fish rearing (%)

N_t = The final quantity of fish at the end of rearing (g)

N_o = The initial quantity of fish at initial rearing (g)

Floc volume measurements were carried out every morning at the beginning and end of the catfish rearing activities. Measurements were made by inserting a 1000 ml water sample into the imhoff cone and leaving it for 15 minutes then the floc settled on the bottom and the results were immediately seen on the scale in the imhoff cone. In accordance with the formula Suryaningrum (2014):

$$\text{Volume of floc} = \frac{\text{Volume of floc at the bottom of im hof cone (ml)}}{\text{Volume of water sample (l)}}$$

The water quality parameters measured were the pH value (with a pH meter), dissolved oxygen (with a DO meter) and temperature (with a thermometer) on the culture medium. Measurements were carried out every 3 times a week during the rearing time. Ammonia measurements were carried out at the beginning and end of the rearing using the spectrophotometric method.

Data Analysis

Data analysis was performed using the T-test at a 5% level for growth and survival rate of fish, and regression methods on the growth of fish, floc volume in both systems, the biofloc and the aquaponic-biofloc ('biofloqua') systems. Data analysis was carried out descriptively on water quality by collecting primary data and secondary data. Primary data is data obtained from direct data collection or based on activities and secondary data obtained from journals and books as supporting literature.

Commented [D3]: Pernyataan harus dilengkapi referensi

RESULTS AND DISCUSSIONS

Data on the results of growth in length and absolute weight and the ratio of catfish feed conversion in maintenance are presented in Figures 1, 2, 3, and 4. The data in Table 3 shows the results obtained by the biofloc pond, the average of total weight gain and total length 8.00 g and 6.62 cm in the first month, and 21.79 g and 2.38 cm in the second month, respectively. The aquaponic biofloc (Biofloqua) ponds showed a slightly better performance than biofloc pond, with an average weight and length growth value of 8.17 g; 6.67 cm in the first month and 22.30 g; 2.43 cm in the second month. The results of T-test 5% level showed that the Biofloc system and the Biofloqua system had no effect on fish growth, both in weight and length.

Table 3. The weight and length of Catfish and Water Spinach in Biofloc and Biofloqua pond systems

Organisms of Aquaculture	Time (days)	The average of weight (g)	The average of length (cm)
Fish in Biofloc Pond	0	7.16 ± 2.10	9.50 ± 1.83
	30	15.16 ± 0.83	16.12 ± 0.83
	60	36.95 ± 6.42	18.5 ± 0.84
Fish in Biofloqua Pond	0	7.01 ± 2.01	9.45 ± 1.50
	30	15.28 ± 0.59	16.12 ± 0.64
	60	37.58 ± 6.23	18.55 ± 0.79
Water spinach in Biofoqua Pond	28	18.21 ± 3.50	29.86 ± 2.12

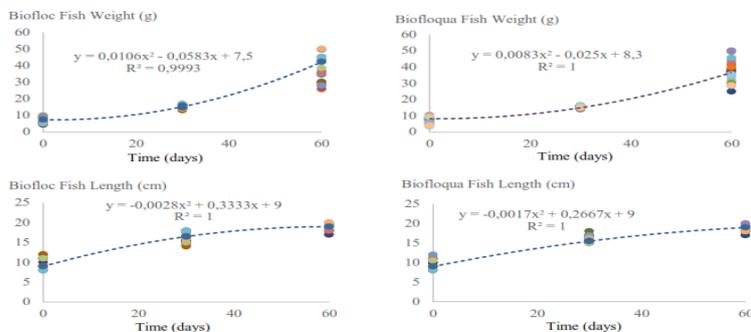


Figure 1. The weight and length growth of Catfish in Biofloc and Biofloqua systems

Fish growth is influenced by nutritional adequacy and fish appetite. A high fish appetite can boost the growth rate of fish and is supported by nutrients, especially protein in feed.

According to Alfia et al. (2013) a decrease in water quality can affect the appetite of fish resulting in reduced nutrient intake to the body, stunted growth. If it goes on for a long time it will result in death of fish. The growth of catfish with a combined biofloc and aquaponic culture system has the advantage of improving water quality by reducing organic matter, which is more effective by the work of bacteria and recirculation through plants which causes a slightly higher appetite compared to biofloc ponds without aquaponics with feed consumption data for rearing time 9500 g biofloc pond and combination of biofloc and aquaponics was 10 100 g higher in the first month. Sukoso (2002) showed that the amount of feed given and the quality of the feed have an effect on fish growth. The role of probiotics in contributing proteins and enzymes that are useful for helping fish digestion can increase the growth rate (Widanarni, 2012).

The specific growth rates of fish weight and length in the Aquaponic Biofloc and Biofloc systems are shown in the regression in Figures 2 and 3. Linear regression of fish weight growth in aquaponic biofloc and biofloc systems shows the equation $y = 0.0279x + 1.9003$ ($R^2 = 0.9988$) and $y = 0.0285x + 1.8864$ ($R^2 = 0.9993$), which means that the specific growth rate of fish weight in the biofloc system is 2.79% per day while in the aquaponic biofloc system it is 2.85% per day.

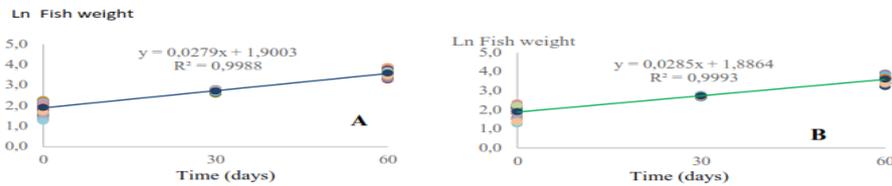


Figure 2. Regression of Ln average weight of fish in Biofloc (A) and Biofloqua (B) ponds on rearing time (days)

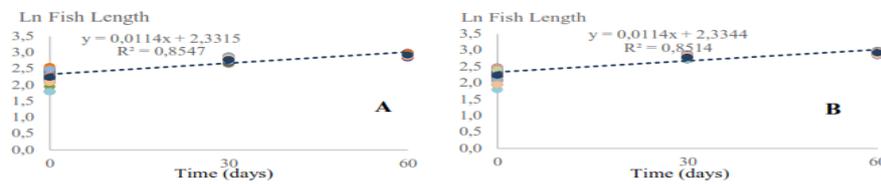


Figure 3. Regression of Ln average length of fish in Biofloc (A) and Biofloqua (B) ponds on rearing time (days). The specific growth rate of fish in the aquaponic biofloc system is higher than that of the biofloc system alone. Linear regression of fish length growth in biofloc and aquaponic biofloc systems shows the equation $y = 0.0114x + 2.3315$ ($R^2 = 0.8547$) and $y = 0.0114x + 2.3344$ ($R^2 = 0.8514$), which means The specific growth rate of fish weight in the biofloc and aquaponic biofloc systems was the same, namely 1.14% per day. The integration of biofloc and aquaponics systems can increase the growth rate of fish weight but does not increase the length growth rate.

Feed conversion ratio (FCR) is the ratio between the weight of feed that has been given and the biomass of fish obtained with the same unit weight. The value of the feed conversion ratio is influenced by the quality of the feed given and the ability of the fish to absorb feed nutrients into biomass (Hany, 2008).

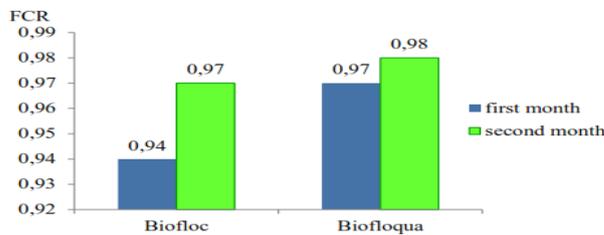


Figure 4. Feed Conversion Ratio (FCR) of Catfish culture on two months rearing time

The smaller value of the feed conversion ratio shows the higher effectiveness and efficiency of the feed given (Sukoso, 2002). The feed conversion ratio value in the biofloc pond got the best results because the value was less than 1, 0.94 (first month); 0.97 (second month), and the combined biofloc and aquaponics, 0.97 (first month); 0.98 (second month). According to DJPB (2018), they stated that catfish farming with the biofloc system is able to reduce the feed conversion ratio value of less than 1, which means feed efficiency because to produce 1 kg of biomass, less than 1 kg of feed is needed. The feed efficiency obtained by both treatments is caused by the biofloc biomass that is formed which can contribute to nutrients or additional food for fish in the culture pond (Widanarni et al., 2008). The formation of biofloc with a probiotic starter from the swamp bacteria (*Bacillus* sp. and *Streptomyces* sp.) has been known to improve the nutritional content of the feed (Widanarni et al. 2012) and help digestion and increase fish growth (Antika, 2019; Wijayanti et al. 2020).



Figure 5. The Biofloc and Biofloqua circular pond

Table 1 shows the weight gain and total length of water spinach, respectively 18.21 ± 3.50 grams and 29.86 ± 2.12 cm with total biomass obtained between 5.5-6 kg at harvest after 20 days. According to Sayekti et al. (2018), cultivating water spinach or vegetable on the media-rich organic matter will increase the growth of water spinach plants. The media-rich organic matter can be from the fish cultivation waste or organic fertilizer. The advantages of combined biofloc and aquaponics technology can reduce high ammonia in the aquaculture

media by vegetables and the microbes on the root. The recirculation and absorption of nutrients can improve the water quality of aquaculture media (Setijaningsih, 2009)

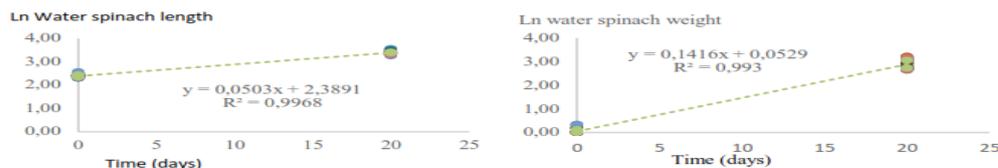


Figure 6. Regression graph of the total length and weight of water sinach in the Biofloqua system

The specific growth rates for length and weight of water spinach were 5.03% and 14.16% per day, respectively (Figure 6). Catfish pond waste is rich in organic matter and the role of microbes will help decompose ammonia into nitrates so that the growth of water spinach is optimal (Pitrianingsih *et al.*, 2014). The availability of organic cultivation waste and water recirculation greatly affects plant growth. The vegetable plant can effectively utilize the nutrients (elements of carbon and nitrogen) for its growth. It can reduce the ammonia value to 0.22 mg.l⁻¹ in 3 weeks of rearing (Perdana *et al.*, 2015). To optimize the growth of pond vegetable plants, it is advisable to stock the seeds for at least 1 week after raising the fish. It takes control of the flow of water to the plant roots to keep the supply of oxygen and water for optimizing the role of the microbial root. Water spinach plants can generally be harvested 4 - 5 times for 3 months of rearing fish. They can be harvested starting from the planting age of 18 days (25-28 days from seedlings in rock wool) (Rahmadhani *et al.*, 2020).

Water Quality and Catfish Survival Rate

Data on the results of water quality measurements in biofloc and biofloc-aquaponics ponds in rearing time are presented in Table 3. The survival of catfish in the combined biofloc and aquaponic ponds received 96% which was higher than the 92% biofloc pond in the first month, but 100% of both in the second month.

Table 3. Temperature, Dissolved Oxygen, pH value and Survival Rate of Clarias catfish in rearing time (2 months)

Parameter	Biofloc		Biofloqua	
	First Month	Second Month	First Month	Second Month
Temperature ^o C	30,3-31,5	30,7-31,9	29,5-31,0	30,3-31,3
pH value	6,5-7,0	6,0-7,0	6,5-7,0	6,0-7,0
Dissolved Oxygen (mg.l ⁻¹)	4,5-7,1	5,4-7,2	4,7-7,4	5,8-7,3
Ammonia (mg.l ⁻¹)	-	-	0,71	0,53
Survival Rate (%)	92	96	100	100

In the first month, the condition of the biofloc system fish rearing was still unstable. It is showed that the fish survival rate less than 100%. They must be adapted to the system that was formed in both circular pond systems. In the second month, the fish condition was more stable. Both the biofloc and biofloqua systems were able to maintain their survival rate up to 100%. The high survival in biofloc circulation media that was integrated with the aquaponic

recirculation system can be caused by the existence of a water quality maintenance system from plants. They utilize organic matter from fish excretion to become nutrient with the help of microbes attached to plant roots and floc form in culture media. The water circulation through plants provides benefits for fish, because ammonia, nitrite, and nitrate waste can be utilized by plants for their growth. The plants reduced waste contamination, so the water quality can be optimized for fish rearing (Kurniawan *et al.*, 2018).

The causes of catfish mortality during maintenance can be influenced by changes in temperature during the dry season which causes stress for fish due to hot weather and rain usually affects outdoor ponds with water levels below one meter (Boyd *et al.*, 1989). The change in water temperature of the rearing media always follows the change of weather. Stress on fish causes fish to be susceptible to disease. If it lasts for a long time, it will reduce appetite until the fishes die. Decreasing pH and dissolved oxygen can cause decreasing in probiotic's decomposing organic matter. It could be the accumulation of feces into ammonia. The fish can be poisoned with ammonia (NH₃). Measurement of ammonia during maintenance after a change of water in the second week of rearing. The ammonia concentration value of the biofloc pond was 0.27 mg.l⁻¹ and the biofloc aquaponics pond was 0.20 mg.l⁻¹. Both ammonia values were still classified as safe for catfish farming activities <0.8 mg.l⁻¹ (BBPBAT, 2005).

The water quality data presented in the table above shows the temperature range of the biofloc pond from 30.3-31.9^oC and 29.5-31.3^oC in the combined pool of biofloc with aquaponics. Both ponds had a decrease in temperature as a result of the change in seasons from dry to rainy season. The temperature in the combined biofloc and aquaponics ponds is lower due to the construction of plant containers above the rearing ponds. The temperature obtained in maintenance is classified as a standard temperature for catfish cultivation of 22-32^oC (BBPBAT, 2005). Dissolved oxygen concentrations consistently showed that the combined pool of biofloc and aquaponics was higher with a range of 4.7-7.4 mg.l⁻¹ in the first month; 5.8-7.34 mg.l⁻¹ in the second month and the biofloc pool 4.5-7.2 mg.l⁻¹ in the first month; 5.4-7.2 mg.l⁻¹ in the second month, according to the dissolved oxygen requirement of catfish. Boyd *et al.* (1996) stated that catfish can get the body with dissolved oxygen levels of 3 mg.l⁻¹. The pH value of the two ponds ranged from 6.0 to 7.0, indicating a decrease in pH, presumably due to the accumulation of organic matter and the effect of rainfall. Overall water quality in the cultivation of the biofloc system and the combination of biofloc and aquaponics shows that there is an improvement in water quality and an increase in fish survival in the presence of floc-forming probiotics (Bacillus sp. and Streptomyces sp.) Which are able to maintain water quality and at the same time prevent pathogenic infections. (Citra, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020).

The regression analysis of fish survival in the two systems tested, both Biofloc and Biofloqua. It showed high survival in the Biofloqua system (Figure 7). The 100% survival for two months of rearing shows the stable performance of the fish being reared. The regression results of the relationship between fish survival and rearing time (days), namely $y = -2.81 \ln(x) + 100.21$ ($R^2 = 0.9796$). It means that for the maintenance of catfish until harvest for 3 months (90 days), the survival rate can be maintained around 87.57% of the number of fish at the beginning of stocking. Based on the survival regression equation in the biofloc system, the 85% viability of survival can still be supported by this Biofloc system with a maintenance time of 7.5 months (224.3 days).

Volume of floc and Growth of water spinach

The data of floc volume in rearing time of catfish are presented at Figure 7.

Commented [D4]: Tidak ada dalam daftar pustaka

Volume of Floc in media volume (10^{-3} v/v)

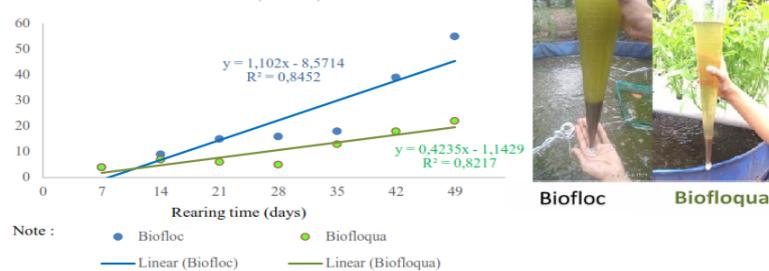


Figure 7. Floc volume in Biofloc and Biofloqua system ponds for rearing time 49 days

Figure 7 shows the measurement results of the volume of floc formed at the end of maintenance, for a 55 ml.l^{-1} non-aquaponic biofloc pond, which was higher than the combined biofloc and aquaponics pond, which was only 22 ml.l^{-1} . The floc volume formation rate in the biofloc system alone reached 1.1 ml.l^{-1} per day, which was above the floc formation rate for the 0.42 ml.l^{-1} biofloc system per day. This can be caused by the presence of aquaponic plants that utilize biofloc-forming nutrients, both carbon and nitrogen sources, which are used as nutrients for plant growth. The decrease in floc volume occurs due to increased utilization of waste by plants at the end of rearing time. Floc volume is influenced by organic matter and recirculation through plants which filter fish feces and reduce the organic matter in the water. The floc formed in biofloqua pond is lower due to the absorption of organic matter for plant growth (Sayekti et al, 2018).

Although the biofloqua fish growth was not significantly higher than the biofloc fish growth, the Biofloqua system (aquaponics of water spinach which was integrated with biofloc system) became a new system that could be an alternative to increase the income of fish farmer by harvesting vegetables and fish.

CONCLUSION

The combination of biofloc and aquaponics (Biofloqua system) showed better growth and survival performance of catfish. Both Biofloc and Biofloqua systems were efficient in feed FCR less than 1.00. Water spinach can grow by utilizing aquaculture waste, although it reduces floc volume, it can be an additional product in catfish production.

ACKNOWLEDGMENTS

Gratitude to the University of Sriwijaya, which has funded the Community Service program in 2019 in the scheme of innovation, and to all those who helped to complete the study of rural communities Sakatiga especially Mr. Sunarso, SP and farmer groups, and their agribusiness Raudhatul Ulum boarding school residents.

REFERENCES

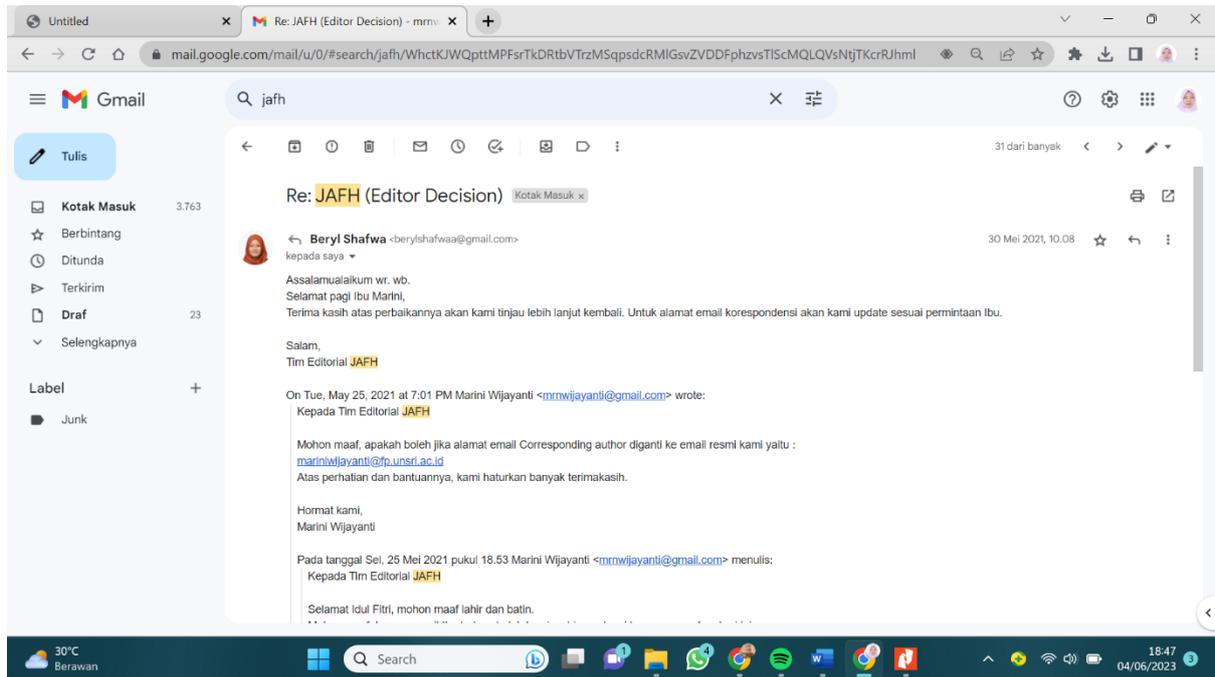
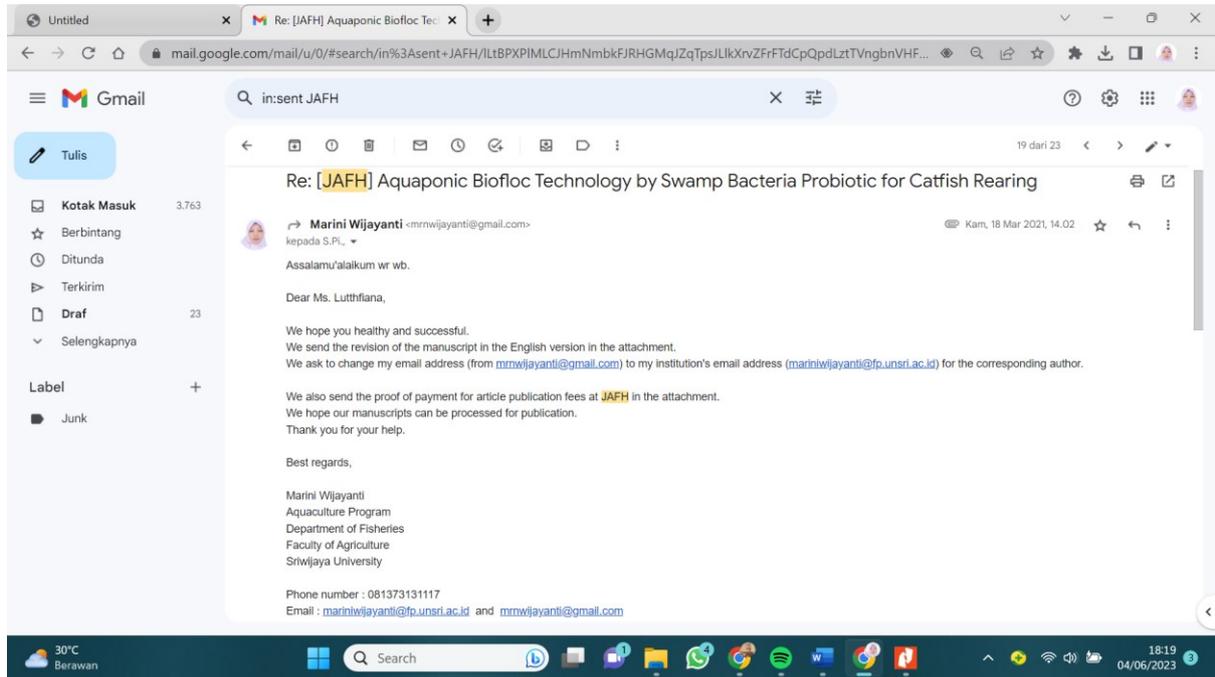
- Abulias, N., Utarini, S. dan Winarni, E., 2014. Manajemen Kualitas Media Pendederan Lele (*Clarias sp.*) Pada Lahan Terbatas dengan Teknik Bioflok. *Jurnal MIPA*. 37 (1), 16–21.
- Alfia, R.A., Arini, dan Elfitasari, T., 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (3), 86–93.
- Antika, R. M., 2019. Kepadatan Bakteri, Efisiensi Pakan, dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Diberi Pakan dengan Penambahan Bakteri Kandidat Probiotik Asal Rawa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT), 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). Sukabumi.
- Boyd, C.E., 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Department Series No.2. Alabama Aquaculture Experiment Station. Auburn University. Alabama.
- Citra, N., 2019. Pengaruh Pemberian Bakteri Asal Rawa Kandidat Probiotik Dalam Pakan Untuk Mencegah Infeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila* pada Ikan Gabus (*Channa Striata*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for a Sustainable Production. *Jurnal Aquaculture*. 270 (1), 1–14.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2012. Biofloc technology in Aquaculture Beneficial Effects and Future Challenges. *Jurnal Aquaculture*. 1 (1) 351–356.
- da Rocha AF, Biazetti ML, Steh MR, da Silva RP. 2017. Lettuce Production In Aquaponic And Biofloc Systems With Silver Catfish *Rhamdia quelen*. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 44(vol. esp.): 64 – 73.
- DJPB. 2018. Kementerian Kelautan dan Perikanan Selenggarakan Bimbingan Teknis Bantuan Pemerintah Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok [online]. (diakses pada tanggal 20 september 2019)
- Effendie, M.I., 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ekasari, J., 2009. Teknologi Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 8 (2), 117–126.
- Faridah., Diana, S. dan Yuniati., 2019. Budidaya Ikan Lele dengan Metode Bioflok pada Peternak Ikan Lele Konvensional. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (2), 224–226
- Goda AM, Essa MA, Hassana MS, Sharawy Z. 2015. Bio Economic Features for Aquaponic Systems in Egypt. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 525–532.
- Hanley, F., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 93(4), 323–334.
- Hany, H., 2008. Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla Terfermentasi pada Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Produktivitas Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (2), 177–181.
- Kurniawan, A., Asriani, E dan Sari, S. P., 2018. *Bioflok dan Akuaponik untuk Bangka Belitung*. Malang: Media Nusa Kreatif.
- Perdana, T.R., Raza'I, T.S. dan Zulfikar, A., 2015. Tingkat Penyerapan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) Dengan Luasan Wadah Tanam Sistem Akuaponik Yang Berbeda Terhadap Kandungan Amonia (NH_3) Pada Limbah Budidaya Lele. *Jurnal UMR*. 1(1), 1–9.
- Pinho SM, Molinari D, de Mello GL, Fitzsimmons KM, Emerenciano MGC. 2017. Effluent from a biofloc technology (BFT) tilapia culture on the aquaponics production of different lettuce varieties. *Ecological Engineering* 103 : 146–153.
- Pitriani, C., Suminto dan Sarjito. 2014. Pengaruh Kandidat Probiotik Terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C,N,P dan K Melalui Kultur Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.

Commented [D5]: Mohon dicek lagi format penulisan, sertakan juga DOI artikel

Commented [D6]: Tidak ada dalam teks

- Pratama, W, D., 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture*. 1 (1), 27 – 35
- Purwati, S, R., 2017. *Analisis Usaha Budidaya Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Menggunakan Penerapan Sistem Bioflok dan Sistem Konvensional Di Kelurahan Palas Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru Provinsi Riau*. Skripsi. Universitas Negeri Riau.
- Puspita, E.V. dan Sari, R.P., 2018. Effect of different stocking density to growth rate of catfish (*Clarias gariepinus*, burch) cultured in biofloc and *Nitrobacter* media. *Aquasains Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 6(2), 563-568.
- Rahmadhani, L.E., Widuri, L.I., Dewanti, P. 2020. Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, Dan Pakcoy) Dengan Sistem Budidaya Akuaponik Dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi* 14(01), 33-43.
- Rimbiyastuti, H., Suwarsono, dan Julianto, A., 2016. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (*NaCl*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 3 (1) 30-33.
- Sayekti, R. S., Prajitno, D., Indradewa, D., 2018. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Daun Kangkung (*Ipomea reptans*) Akuaponik. *Journal of Agriculture Inovation*, 1(1), 15-22.
- Schryver, D., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The Basic of Biofloc Technology: The Added Value for Aquaculture. *Journal Aquaculture*. 27 (1), 125–137.
- Setijaningsih L. 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor
- Simanjuntak, I.C., 2017. Perbedaan Konsentrasi Bakteri Penyusun Bioflok terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 1 (1), 47–56.
- Sucipto, A., Sunarma, A., Yanti, D. H., Maskur. dan Rahmat., 2018. Perbaikan Sistem Budidaya Ikan Nila Melalui Teknologi Bioflok. *Jurnal Perekayasaan Akuakultur Indonesia*. 2 (1) 115 – 128.
- Sukoso., 2002. *Pemanfaatan Mikroalga dalam Industri Pakan Ikan*. Jakarta: Agritek YPN.
- Suryaningrum, F, M., 2014. Aplikasi Teknologi Bioflok Pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*. 1 (1), 1-123.
- Widanarni., Setiawati, M. dan Sukenda., 2008. Bakteri Probiotik Dalam Budidaya Udang: Seleksi, Mekanisme Aksi, Karakterisasi, dan Aplikasinya Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 13 (2), 80-89
- Widanarni., Wahjuningrum, D. dan Puspita, F., 2012. Aplikasi Bakteri Probiotik Melalui Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*. 2 (1), 19 – 29
- Wijayanti, M., Jubaedah, D., Yulistya, O., Tanbiyaskur, Sasanti, A.D., 2020. Optimization of striped snakehead fish (*Channa striata*) culture using swamp microbial combination and nitrification bacteria. *AACL Bioflux*, 13(2), 1064-1075

Bukti konfirmasi submit revisi kedua, respon kepada reviewer, dan artikel yang di resubmit (25 Mei 2021)



Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for *Clarias* Catfish Rearing

Abstract

Conventional catfish culture in Ogan Ilir (OI) have not optimal production, it can be increased by biofloc and aquaponics with local swamp bacteria as a starter. The purpose of this study was to apply biofloc technology and a combination of aquaponic-biofloc to increase the productivity of catfish (*Clarias* sp.) rearing. The study used two ponds, a biofloc circular pond and a combined biofloc and aquaponic (biofloqua) for two months. The results of the specific growth rate of fish in the aquaponic biofloc system were higher than that of the biofloc system alone. The survival of the fish during two rearing months of the Biofloqua system was 100% while the Biofloc system was 92-96%. The water quality data that measured were temperature, 30.3–31.9°C, Dissolved oxygen 4.5–7.2 mg.l⁻¹, pH 6-7, and ammonia concentration 0.27-0.71 mg.l⁻¹ in the biofloc system and 29.5-31.3°C, 4.7-7.4 mg.l⁻¹, pH 6-7, 0.20-0.53 mg.l⁻¹ in biofloqua system, respectively. The floc volume formation rate in the biofloc system alone reached 1.1 ml.l⁻¹ per day, which was above the floc formation rate for the biofloqua system 0.42 ml.l⁻¹ per day, due to the use of nutrients for plant growth. The combination of biofloc and aquaponics showed more optimal growth performance and both were efficient in feed (Food Conversion Ratio / FCR <1.00). Although the results of the 5% level t test showed no difference in the performance of the aquaculture biota between the two systems, Biofloqua can be an alternative to increase fish farmer income by harvesting vegetables and fish together.

Key words: Aquaponics, biofloc, *Clarias* catfish production.

INTRODUCTION

The conventional culture of catfish (*Clarias* sp.) in Sakatiga village has a relatively low fish survival problem. Sakatiga village fish farmers currently need an aquaculture system to support the growth and production of more productive fish culture, especially catfish in swamp areas. DJPB (2018) stated that conventional cultivation has a stocking density of 100 fishes/m³. To get optimal fish production, bio-floc technology is needed to increase the production of catfish with a stocking density of 500 fish / m³ (Purwati et al., 2017). This method could produce 20% heavier fish weight biomass with a fast harvest period of about 20% (2.5 months) of conventional methods (Faridah et al., 2019), and FCR less than 1.00 (BBPBAT, 2005).

In principle, biofloc technology utilizes microbes in the form of selected heterotrophic bacteria for water quality management based on the ability of bacteria to decompose organic and inorganic Nitrogen (Ekasari, 2009). The heterotrophic bacteria that make up the biofloc include *Bacillus* sp, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polmyxa*, and *Lactobacillus* sp. (Simanjuntak, 2017). The floc formation is not only composed of floc-forming heterotrophic bacteria and filamentous bacteria but also from zooplankton, microalgae, fungi, suspended particles, and detritus (Schryver et al, 2008). Biota and organic materials that accumulate around bound cells form floc which can be a food source for shrimp and fish (Crab et al, 2007).

The cultivation with high stocking density causes a decrease in water quality due to the accumulation of organic matter. The decreasing water quality is indicated by the water becoming smelly, so the ammonia concentration increases and the fish appetite decreases. To improve water quality, it can be done by applying an aquaponics system. Aquaponics can help reduce nitrate concentrations through the direct utilization of nitrates by plants (Pratama, 2017). Aquaponics, in principle, is optimizing narrow land to get maximum results such as fish and vegetables. The combination of biofloc and aquaponics will help maintain water quality in catfish cultivation. It can optimize stocking density cultivation as well as research on the optimization of stocking density for catfish cultivation with biofloc and Nitrobacter systems, support the highest specific growth rate and the lowest FCR of fishes (Puspita and Sari, 2018). The laboratory scale snakehead fish with swamp probiotic starter could give the best performance of fish and water quality in biofloc technology of rearing system (Wijayanti et al., 2020).

An IMTA (Integrated Multitrophic Aquaculture) system can be formed by integrating Biofloc Technology and Aquaponic System (BIOFLOQUA = Biofloc Aquaponic System) or

called Bioflokua. According to Goda et al. (2015), the IMTA system achieves the best average net income and is able to cover production costs by achieving an economic surplus capacity of 47-53% and a recovery period for invested capital of fewer than 2.17 years, so that it can become an opportunity for small-scale business units in the country -developing country. Aquaponics and biofloc systems have advantages when compared to conventional fish production. This system uses only a single tank to produce vegetables and fish together. Farmers can produce catfish using an aquaponic system with or without biofloc, which can increase their productivity (da Rocha *et al.*, 2017).

The pilot in the form of a demonstration plot for the aquaponic biofloc cultivation system is expected to prove that simple aquaponic biofloc technology innovation can provide benefits that can ensure sustainable business because it is profitable and environmentally friendly (da Rocha et al, 2017; Pinho et al, 2017). The aim of this study is the application of Biofloc and Bioflokua technology (integrated Biofloc and Aquaponics) with swamp probiotic starter for increasing the productivity of catfish (*Clarias* sp.) rearing culture in farmer groups bussiness at Ogan Ilir swamp area.

METHODOLOGY

Time and Site

This activity was carried out from November 2019 to March 2020 in the agribusiness fisheries farmer group in the village of Sakatiga Ogan Ilir.

Research Materials

This study used catfish fingerlings (weight 7 ± 2 g and length 9.5 ± 1.7 cm), feed (30% proteins), probiotics from swamps, kangkong seeds, rock wool, water, salt, dolomite lime, and molasses. The tools used were circular pools (diameters 2 m), pipes, hoses, net pots, water pumps, blowers, rulers, scales, im hoff-cones (1 L), pH meters, DO meters, and thermometers.

Research Design

The research data collection method was carried out experimentally with two round ponds arranged for the biofloc system and the aquaponic biofloc system as two fish populations in different systems with completely randomized design (two treatments and two repetitions). Data of 30 fishes per pond on length and weight growth were taken as replications. Measurement of water quality was carried out twice in each pond.

Work Procedures

Pond Preparation

The pond used was a circular tarpaulin pond with a diameter of 2 m, a height of 1 m, and a water level of 0.8 m. Preparation of the pond was carried out to sanitize by brushing to remove dirt from the wall, and drying for 60 minutes with sunlight to kill pathogenic bacteria.

Pond Water Preparation

Preparation of rearing pond water began with the spread of salt and lime. The dosages of the ingredients used are presented in Table 2.

Table 2. Material for water pond preparation

Materials	Quantity/ m ³	Total quantity/pond (2,5m ³)
Salt	1 kg	2,5 kg
Lime	50 g	125 g

Quantities of salt and molasses based on Sucipto et al (2017) were 1 kg / m³ of water and lime were 50 g /m³ of water. So the salt that was spread into the pond as much as 2.5 kg and 125 g of lime were first dissolved with water until it was homogeneous then spread into the water, then it was incubated for 1 day. The addition of salt to the media aimed to kill

microorganisms such as bacteria and fungi due to the nature of the salt which hydrolyzes the microbial cells so that the microbial cells die (Rimbiyastuti et al. 2016).

Biofloc Medium Preparation

Molasses is a carbon source that is spread into the media as a nutrient for heterotrophic bacteria which breaks down suspended organic matter in the media (Crab et al, 2012). Molasses must be cooked before use it for separating with its dregs and killing contaminant bacteria. The addition of molasses based on Sucipto et al (2017) was as much as 100 ml per m³ with a media volume of 2.5 m³ so the volume of molasses added was 250 ml. Molasses were dissolved with water and then evenly distributed at the existing aeration point. Furthermore, the addition of molasses was carried out every 7 days with quantity calculated by the formula based on Sucipto et al (2017).

$$\text{Molasse ml/L} = \frac{F}{150g} \times 100 \text{ ml}$$

Where:

F = Daily feed (g)

The probiotic used was *Bacillus* sp. and *Streptomyces* sp. swamp origin, at a dose of 10^5 CFU /mL⁻¹ (Wijayanti *et al.*, 2020). The media must be incubated for 7 days, then healthy catfish (*Clarias* sp.) can be spread in the pond.

Catfish Stocking

The stocking of fish in the aquaculture container was started by measuring the sample of catfish, measured the length and weight at the beginning of stocking. The fishes used were 7 ± 0.5 cm in size with a stocking density of 500 fishes per m³ (Ma'ruf, 2012). The two treatments were biofloc ponds without aquaponics and combined ponds with aquaponics, both of which were stocked with 1250 catfish. The stocking of catfish carried out in the morning when the water conditions are normal with prior acclimatization for reducing the stress of fish.

Preparation for planting water spinach

Water spinach sowed with seeds at Rockwool for 8 days in room temperature conditions without sunlight. It spread into aquaponic containers after some roots and leaves appear. They put on aquaponic media when the fish have been stocked for a week in the pond.

Rearing and Feeding Fish

Rearing fish was carried out for 2 months. The weight and length of the fish were sampled each week. Feed provided with 30% protein. Feeding with the feeding rate (FR) method was given as much as 1% of the biomass for 4 days, and then feeding at satiation. Feeding was done 3 times a day, at 08.00, 12.00 and 16.00 WIB.

Parameters

Absolute length growth was measured by taking fish samples and measuring the initial length of the fish when stocked and the length of the fish at the end of rearing. Total length growth can be calculated using the formula (Effendie, 2002):

$$La = Lt - Lo$$

Where:

La = Total length growth (cm)

Lt = Final length (cm)

Lo = Initial length (cm)

Commented [D1]: Sebutkan spesifikasi bahan dan alat yang digunakan, untuk ikan dapat disebutkan bobot awal atau panjang awalnya

Commented [L2R1]: Kami sudah sebutkan, terimakasih.

Commented [D3]: Cantumkan rancangan percobaan yang digunakan, misalnya rancangan acak lengkap. Perlakuannya ada bioflok dan bioflok akuaponik, pengulangannya tidak jelas.

Commented [L4R3]: Terimakasih kami sudah sebutkan.

Total weight growth was measured by taking fish samples and measuring the initial weight of the fish when stocked and the weight of the fish at the end of maintenance, calculated using the formula (Effendie .2002) :

$$Wm = Wt - Wo$$

Where

Wm = Total weight growth (g)
 Wt = final weight (g)
 Wo = initial weight (g)

The feed conversion ratio shows the efficiency of the feed used to increase each gram of fish weight as the effect of feeding. The calculation of the feed conversion formula based on Hanley (1991) :

$$FCR = \frac{F}{Wt+D-Wo} \times 100\%$$

Where:

FCR = Feed conversion ratio (%)
 F = dry weight of feed given (g)
 Wt = the wet weight of the fish at the end of rearing(g)
 Wo = the wet weight of the fish at initial rearing(g)
 D = the wet weight of dead fish during rearing(g)

The survival rate shows the percentage value of the fish's ability to survive at the end of rearing, calculated using the Effendie formula (2002) :

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

Where:

SR = Survival rate of fish rearing (%)
 Nt = The final quantity of fish at the end of rearing (g)
 No = The initial quantity of fish at initial rearing (g)

Floc volume measurements were carried out every morning at the beginning and end of the catfish rearing activities. Measurements were made by inserting a 1000 ml water sample into the imhoff cone and leaving it for 15 minutes then the floc settled on the bottom and the results were immediately seen on the scale in the imhoff cone. In accordance with the formula Suryaningrum (2014):

$$\text{Volume of floc} = \frac{\text{Volume of floc at the bottom of imhoff cone (ml)}}{\text{Volume of water sample (l)}}$$

The water quality parameters measured were the pH value (with a pH meter), dissolved oxygen (with a DO meter) and temperature (with a thermometer) on the culture medium. Measurements were carried out every 3 times a week during the rearing time. Ammonia measurements were carried out at the beginning and end of the rearing using the spectrophotometric method.

Data Analysis

Data analysis was performed using the T-test at a 5% level for growth and survival rate of fish, and regression methods on the growth of fish, floc volume in both systems, the biofloc and the aquaponic-biofloc ('biofloqua') systems. Data analysis was carried out descriptively on water quality by collecting primary data and secondary data. Primary data is data obtained from direct data collection or based on activities and secondary data obtained from journals and books as supporting literature (Andrews *et al.*, 2012).

RESULTS AND DISCUSSIONS

Data on the results of growth in length and absolute weight and the ratio of catfish feed conversion in maintenance are presented in Figures 1, 2, 3, and 4. The data in Table 3 shows the results obtained by the biofloc pond, the average of total weight gain and total length 8.00 g and 6.62 cm in the first month, and 21.79 g and 2.38 cm in the second month, respectively. The aquaponic biofloc (Biofloqua) ponds showed a slightly better performance than biofloc pond, with an average weight and length growth value of 8.17 g; 6.67 cm in the first month and 22.30 g; 2.43 cm in the second month. The results of T-test 5% level showed that the Biofloc system and the Biofloqua system had no effect on fish growth, both in weight and length.

Table 3. The weight and length of Catfish and Water Spinach in Biofloc and Biofloqua pond systems

Organisms of Aquaculture	Time (days)	The average of weight (g)	The average of length (cm)
Fish in Biofloc Pond	0	7.16 ± 2.10	9.50 ± 1.83
	30	15.16 ± 0.83	16.12 ± 0.83
	60	36.95 ± 6.42	18.5 ± 0.84
Fish in Biofloqua Pond	0	7.01 ± 2.01	9.45 ± 1.50
	30	15.28 ± 0.59	16.12 ± 0.64
	60	37.58 ± 6.23	18.55 ± 0.79
Water spinach in Biofloqua Pond	28	18.21 ± 3.50	29.86 ± 2.12

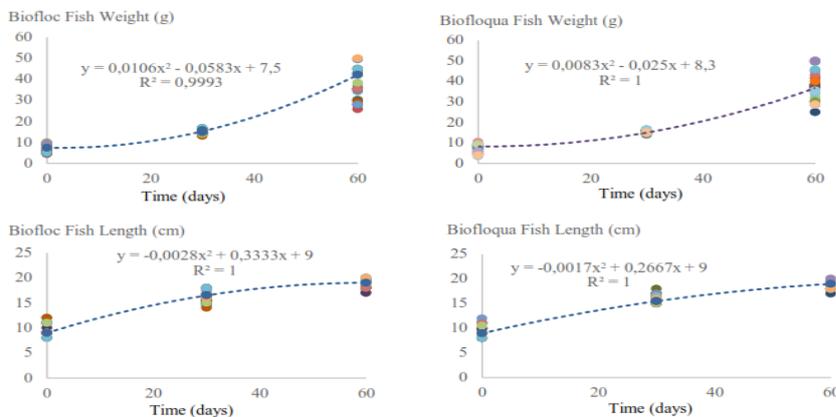


Figure 1. The weight and length growth of Catfish in Biofloc and Biofloqua systems

Fish growth is influenced by nutritional adequacy and fish appetite. A high fish appetite can boost the growth rate of fish and is supported by nutrients, especially protein in feed. According to Alfia *et al.*, (2013) a decrease in water quality can affect the appetite of fish resulting in reduced nutrient intake to the body, stunted growth. If it goes on for a long time it

will result in death of fish. The growth of catfish with a combined biofloc and aquaponic culture system has the advantage of improving water quality by reducing organic matter, which is more effective by the work of bacteria and recirculation through plants which causes a slightly higher appetite compared to biofloc ponds without aquaponics with feed consumption data for rearing time 9500 g biofloc pond and combination of biofloc and aquaponics was 10 100 g higher in the first month. Sukoso (2002) showed that the amount of feed given and the quality of the feed have an effect on fish growth. The role of probiotics in contributing proteins and enzymes that are useful for helping fish digestion can increase the growth rate (Widanarni, 2012).

The specific growth rates of fish weight and length in the Aquaponic Biofloc and Biofloc systems are shown in the regression in Figures 2 and 3. Linear regression of fish weight growth in aquaponic biofloc and biofloc systems shows the equation $y = 0.0279x + 1.9003$ ($R^2 = 0.9988$) and $y = 0.0285x + 1.8864$ ($R^2 = 0.9993$), which means that the specific growth rate of fish weight in the biofloc system is 2.79% per day while in the aquaponic biofloc system it is 2.85% per day.

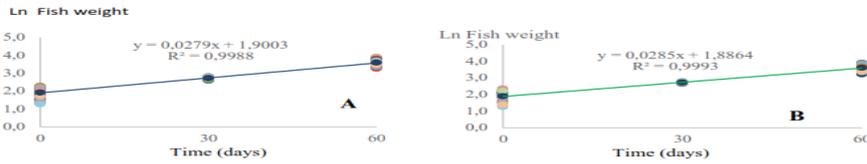


Figure 2. Regression of Ln average weight of fish in Biofloc (A) and Biofloqua (B) ponds on rearing time (days)

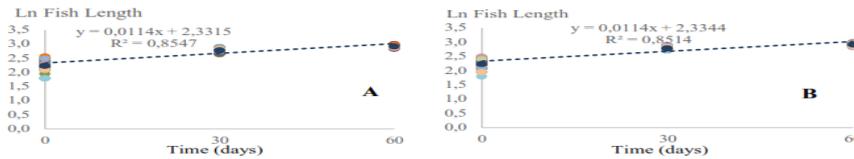


Figure 3. Regression of Ln average length of fish in Biofloc (A) and Biofloqua (B) ponds on rearing time (days). The specific growth rate of fish in the aquaponic biofloc system is higher than that of the biofloc system alone. Linear regression of fish length growth in biofloc and aquaponic biofloc systems shows the equation $y = 0.0114x + 2.3315$ ($R^2 = 0.8547$) and $y = 0.0114x + 2.3344$ ($R^2 = 0.8514$), which means The specific growth rate of fish weight in the biofloc and aquaponic biofloc systems was the same, namely 1.14% per day. The integration of biofloc and aquaponics systems can increase the growth rate of fish weight but does not increase the length growth rate.

Feed conversion ratio (FCR) is the ratio between the weight of feed that has been given and the biomass of fish obtained with the same unit weight. The value of the feed conversion

ratio is influenced by the quality of the feed given and the ability of the fish to absorb feed nutrients into biomass (Hany, 2008).

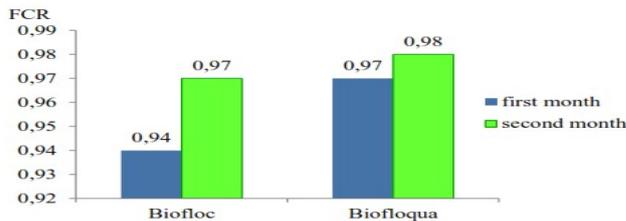


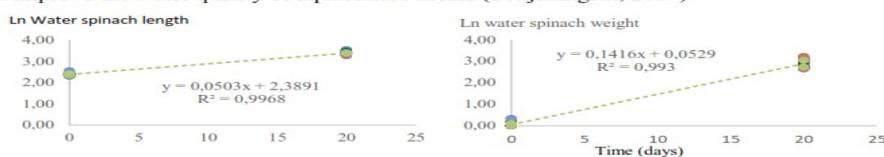
Figure 4. Feed Conversion Ratio (FCR) of Catfish culture on two months rearing time

The smaller value of the feed conversion ratio shows the higher effectiveness and efficiency of the feed given (Sukoso, 2002). The feed conversion ratio value in the biofloc pond got the best results because the value was less than 1, 0.94 (first month); 0.97 (second month), and the combined biofloc and aquaponics, 0.97 (first month); 0.98 (second month). According to DJPB (2018), they stated that catfish farming with the biofloc system is able to reduce the feed conversion ratio value of less than 1, which means feed efficiency because to produce 1 kg of biomass, less than 1 kg of feed is needed. The feed efficiency obtained by both treatments is caused by the biofloc biomass that is formed which can contribute to nutrients or additional food for fish in the culture pond (Widanarni et al., 2008). The formation of biofloc with a probiotic starter from the swamp bacteria (*Bacillus* sp. and *Streptomyces* sp.) has been known to improve the nutritional content of the feed (Widanarni et al, 2012) and help digestion and increase fish growth (Antika, 2019; Wijayanti et al, 2020).



Figure 5. The Biofloc and Biofloqua circular pond

Table 1 shows the weight gain and total length of water spinach, respectively 18.21 ± 3.50 grams and 29.86 ± 2.12 cm with total biomass obtained between 5.5-6 kg at harvest after 20 days. According to Sayekti et al. (2018), cultivating water spinach or vegetable on the media-rich organic matter will increase the growth of water spinach plants. The media-rich organic matter can be from the fish cultivation waste or organic fertilizer. The advantages of combined biofloc and aquaponics technology can reduce high ammonia in the aquaculture media by vegetables and the microbes on the root. The recirculation and absorption of nutrients can improve the water quality of aquaculture media (Setijaningsih, 2009)



Time (days)

Figure 6. Regression graph of the total length and weight of water spinach in the Biofloqua system

The specific growth rates for length and weight of water spinach were 5.03% and 14.16% per day, respectively (Figure 6). Catfish pond waste is rich in organic matter and the role of microbes will help decompose ammonia into nitrates so that the growth of water spinach is optimal (Pitrianiingsih *et al.*, 2014). The availability of organic cultivation waste and water recirculation greatly affects plant growth. The vegetable plant can effectively utilize the nutrients (elements of carbon and nitrogen) for its growth. It can reduce the ammonia value to 0.22 mg.l⁻¹ in 3 weeks of rearing (Perdana *et al.*, 2015). To optimize the growth of pond vegetable plants, it is advisable to stock the seeds for at least 1 week after raising the fish. It takes control of the flow of water to the plant roots to keep the supply of oxygen and water for optimizing the role of the microbial root. Water spinach plants can generally be harvested 4 - 5 times for 3 months of rearing fish. They can be harvested starting from the planting age of 18 days (25-28 days from seedlings in rock wool) (Rahmadhani *et al.*, 2020).

Water Quality and Catfish Survival Rate

Data on the results of water quality measurements in biofloc and biofloc-aquaponics ponds in rearing time are presented in Table 3. The survival of catfish in the combined biofloc and aquaponic ponds received 96% which was higher than the 92% biofloc pond in the first month, but 100% of both in the second month.

Table 3. Temperature, Dissolved Oxygen, pH value and Survival Rate of Clarias catfish in rearing time (2 months)

Parameter	Biofloc		Biofloqua	
	First Month	Second Month	First Month	Second Month
Temperature°C	30,3-31,5	30,7-31,9	29,5-31,0	30,3-31,3
pH value	6,5-7,0	6,0-7,0	6,5-7,0	6,0-7,0
Dissolved Oxygen (mg.l ⁻¹)	4,5-7,1	5,4-7,2	4,7-7,4	5,8-7,3
Ammonia (mg.l ⁻¹)	-	-	0,71	0,53
Survival Rate (%)	92	96	100	100

In the first month, the condition of the biofloc system fish rearing was still unstable. It is showed that the fish survival rate less than 100%. They must be adapted to the system that was formed in both circular pond systems. In the second month, the fish condition was more stable. Both the biofloc and biofloqua systems were able to maintain their survival rate up to 100%. The high survival in biofloc circulation media that was integrated with the aquaponic recirculation system can be caused by the existence of a water quality maintenance system from plants. They utilize organic matter from fish excretion to become nutrient with the help of microbes attached to plant roots and floc form in culture media. The water circulation through

plants provides benefits for fish, because ammonia, nitrite, and nitrate waste can be utilized by plants for their growth. The plants reduced waste contamination, so the water quality can be optimized for fish rearing (Kurniawan *et al.*, 2018).

The causes of catfish mortality during maintenance can be influenced by changes in temperature during the dry season which causes stress for fish due to hot weather and rain usually affects outdoor ponds with water levels below one meter (Boyd *et al.*, 1989). The change in water temperature of the rearing media always follows the change of weather. Stress on fish causes fish to be susceptible to disease. If it lasts for a long time, it will reduce appetite until the fishes die. Decreasing pH and dissolved oxygen can cause decreasing in probiotic's decomposing organic matter. It could be the accumulation of feces into ammonia. The fish can be poisoned with ammonia (NH₃). Measurement of ammonia during maintenance after a change of water in the second week of rearing. The ammonia concentration value of the biofloc pond was 0.27 mg.l⁻¹ and the biofloc aquaponics pond was 0.20 mg.l⁻¹. Both ammonia values were still classified as safe for catfish farming activities <0.8 mg.l⁻¹ (BBPBAT, 2005).

The water quality data presented in the table above shows the temperature range of the biofloc pond from 30.3-31.9°C and 29.5-31.3°C in the combined pool of biofloc with aquaponics. Both ponds had a decrease in temperature as a result of the change in seasons from dry to rainy season. The temperature in the combined biofloc and aquaponics ponds is lower due to the construction of plant containers above the rearing ponds. The temperature obtained in maintenance is classified as a standard temperature for catfish cultivation of 22-32°C (BBPBAT, 2005). Dissolved oxygen concentrations consistently showed that the combined pool of biofloc and aquaponics was higher with a range of 4.7-7.4 mg.l⁻¹ in the first month; 5.8-7.34 mg.l⁻¹ in the second month and the biofloc pool 4.5-7.2 mg.l⁻¹ in the first month; 5.4-7.2 mg.l⁻¹ in the second month, according to the dissolved oxygen requirement of catfish. Boyd *et al.* (1996) stated that catfish can get the body with dissolved oxygen levels of 3 mg.l⁻¹. The pH value of the two ponds ranged from 6.0 to 7.0, indicating a decrease in pH, presumably due to the accumulation of organic matter and the effect of rainfall. Overall water quality in the cultivation of the biofloc system and the combination of biofloc and aquaponics shows that there is an improvement in water quality and an increase in fish survival in the presence of floc-forming probiotics (*Bacillus sp.* and *Streptomyces sp.*) Which are able to maintain water quality and at the same time prevent pathogenic infections. (Citra, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020).

The regression analysis of fish survival in the two systems tested, both Biofloc and Biofloqua. It showed high survival in the Biofloqua system (Figure 7). The 100% survival for two months of rearing shows the stable performance of the fish being reared. The regression results of the relationship between fish survival and rearing time (days), namely $y = -2.81 \ln(x) + 100.21$ ($R^2 = 0.9796$). It means that for the maintenance of catfish until harvest for 3 months (90 days), the survival rate can be maintained around 87.57% of the number of fish at the beginning of stocking Based on the survival regression equation in the biofloc system, the 85% viability of survival can still be supported by this Biofloc system with a maintenance time of 7.5 months (224.3 days).

Volume of floc and Growth of water spinach

The data of floc volume in rearing time of catfish are presented at Figure 7.

Commented [D5]: Tidak ada dalam daftar pustaka

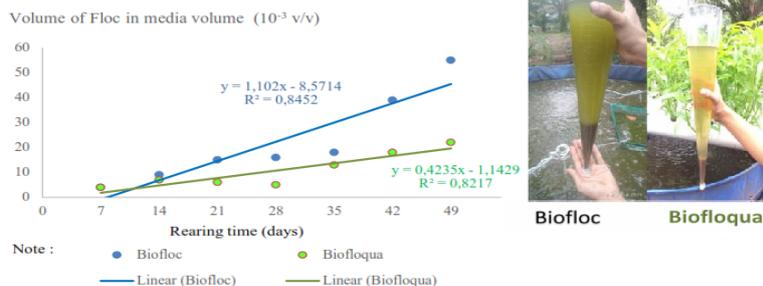


Figure 7. Floc volume in Biofloc and Biofloqua system ponds for rearing time 49 days

Figure 7 shows the measurement results of the volume of floc formed at the end of maintenance, for a 55 ml.l⁻¹ non-aquaponic biofloc pond, which was higher than the combined biofloc and aquaponics pond, which was only 22 ml.l⁻¹. The floc volume formation rate in the biofloc system alone reached 1.1 ml.l⁻¹ per day, which was above the floc formation rate for the 0.42 ml.l⁻¹ biofloc system per day. This can be caused by the presence of aquaponic plants that utilize biofloc-forming nutrients, both carbon and nitrogen sources, which are used as nutrients for plant growth. The decrease in floc volume occurs due to increased utilization of waste by plants at the end of rearing time. Floc volume is influenced by organic matter and recirculation through plants which filter fish feces and reduce the organic matter in the water. The floc formed in biofloqua pond is lower due to the absorption of organic matter for plant growth (Sayekti et al. 2018).

Although the biofloqua fish growth was not significantly higher than the biofloc fish growth, the Biofloqua system (aquaponics of water spinach which was integrated with biofloc system) became a new system that could be an alternative to increase the income of fish farmer by harvesting vegetables and fish.

CONCLUSION

The combination of biofloc and aquaponics (Biofloqua system) showed better growth and survival performance of catfish. Both Biofloc and Biofloqua systems were efficient in feed FCR less than 1.00. Water spinach can grow by utilizing aquaculture waste, although it reduces floc volume, it can be an additional product in catfish production.

ACKNOWLEDGMENTS

Gratitude to the University of Sriwijaya, which has funded the Community Service program in 2019-2020 in the scheme of innovation, and to all those who helped to complete the study of rural communities Sakatiga especially Mr. Sunarso, SP and farmer groups, and their agribusiness Raudhatul Ulum boarding school residents.

REFERENCES

- Alfia, R.A., Arini, dan Elfitasari, T., 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (3), 86-93.
- Andrews, L., Higgins, A., Andrews, M. W., & Lalor, J. G. (2012). Classic grounded theory to analyse secondary data: Reality and reflections. *The Grounded Theory Review*, 11(1), 12-26.
- Antika, R. M., 2019. Kepadatan Bakteri, Efisiensi Pakan, dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Diberi Pakan dengan Penambahan Bakteri Kandidat Probiotik Asal Rawa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT), 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp.). Sukabumi.
- Boyd, C.E., 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Department Series No.2. Alabama Agramiculture Experiment Station. Auburn University. Alabama.
- Citra, N., 2019. Pengaruh Pemberian Bakteri Asal Rawa Kandidat Probiotik Dalam Pakan Untuk Mencegah Infeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila* pada Ikan Gabus (*Channa Striata*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for a Sustainable Production. *Jurnal Aquaculture*. 270 (1), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.006>
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2012. Biofloc technology in Aquaculture Beneficial Effects and Future Challenges. *Jurnal Aquaculture*. 1 (1) 351-356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>
- da Rocha, A.F., Biazzetti, M.L., Stech M.R., da Silva, R.P. 2017. Lettuce Production In Aquaponic And Biofloc Systems With Silver Catfish *Rhamdia quelen*. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 44(vol. esp.): 64 - 73. Doi: 10.20950/1678-2305.2017.64.73
- DJPB. 2018. Kementerian Kelautan dan Perikanan Selenggarakan Bimbingan Teknis Bantuan Pemerintah Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok [online]. (diakses pada tanggal 20 september 2019)
- Effendie, M.I., 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ekasari, J., 2009. Teknologi Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 8 (2), 117-126.
- Faridah., Diana, S. dan Yuniati., 2019. Budidaya Ikan Lele dengan Metode Bioflok pada Peternak Ikan Lele Konvensional. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (2), 224-226
- Goda, A.M., Essa, M.A., Hassan, M.S., Sharawy, Z. 2015. Bio Economic Features for Aquaponic Systems in Egypt. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15: 525-532. DOI: 10.4194/1303-2712-v15_2_40
- Hanley, F., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 93(4), 323-334. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90224-U](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90224-U)
- Hany, H., 2008. Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla Terfermentasi pada Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Produktivitas Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (2), 177-181.
- Kurniawan, A., Asriani, E dan Sari, S. P., 2018. *Bioflok dan Akuaponik untuk Bangka Belitung*. Malang: Media Nusa Kreatif.
- Perdana, T.R., Raza'I, T.S. dan Zulfikar, A., 2015. Tingkat Penyerapan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) dengan Luasan Wadah Tanam Sistem Akuaponik Yang Berbeda Terhadap Kandungan Amonia (NH₃) Pada Limbah Budidaya Lele. *Jurnal UMRAH*. 1(1), 1-9.
- Pinho, S.M., Molinari, D., de Mello, G.L., Fitzsimmons, K.M., Emerenciano, M.G.C. 2017. Effluent from a biofloc technology (BFT) tilapia culture on the aquaponics production of

Commented [D6]: Mohon dicek lagi format penulisan, sertakan juga DOI artikel

Commented [L7R6]: Kami sudah perbaiki kesalahan format dan kami tambah DOI untuk yang tersedia doi nya. Terimakasih.

- different lettuce varieties. *Ecological Engineering* 103 : 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.03.009>
- Pitrianiingsih, C., Suminto dan Sarjito. 2014. *Pengaruh Kandidat Probiotik Terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C,N,P dan K Melalui Kultur Lele Dumbo (Clarias gariepinus)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pratama, W. D., 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp.). *Journal of Aquaculture*. 1 (1), 27 – 35. <https://doi.org/10.31093/joas.v1i1.4>
- Purwati, S.R., 2017. *Analisis Usaha Budidaya Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Menggunakan Penerapan Sistem Bioflok dan Sistem Konvensional Di Kelurahan Palas Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru Provinsi Riau*. Skripsi. Universitas Negeri Riau.
- Puspita, E.V., Sari, R.P., 2018. Effect of different stocking density to growth rate of catfish (*Clarias gariepinus*, burch) cultured in biofloc and *Nitrobacter* media. *Aquasains Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 6(2), 563-568. <http://dx.doi.org/10.23960/aqs.v6i2.p583-588>
- Rahmadhani, L.E., Widuri, L.I., Dewanti, P. 2020. Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, Dan Pakcoy) Dengan Sistem Budidaya Akuaponik Dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi* 14(01), 33-43. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i01.15481>
- Rimbiyastuti, H., Suwarsono, dan Julianto, A., 2016. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (*NaCl*) Terhadap Daya Hambat Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 3 (1) 30-33. <https://doi.org/10.31983/jkg.v3i01.1125>
- Sayekti, R.S., Prajitno, D., Indradewa, D., 2018. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Daun Kangkung (*Ipomea reptans*) Akuaponik. *Journal of Agriculture Inovation*, 1(1), 15-22. <https://doi.org/10.22146/agrinova.41776>
- Schryver, D., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The Basic of Biofloc Technology: The Added Value for Aquaculture. *Journal Aquaculture*. 27 (1), 125–137. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>
- Setijaningsih L. 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor
- Simanjuntak, I.C., 2017. Perbedaan Konsentrasi Bakteri Penyusun Bioflok terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 1 (1), 47–56.
- Sucipto, A., Sunarma, A., Yanti, D. H., Maskur, dan Rahmat., 2018. Perbaikan Sistem Budidaya Ikan Nila Melalui Teknologi Bioflok. *Jurnal Perencanaan Akuakultur Indonesia*. 2 (1) 115 – 128.
- Sukoso., 2002. *Pemanfaatan Mikroalga dalam Industri Pakan Ikan*. Jakarta: Agritek YPN.
- Suryaningrum, F. M., 2014. Aplikasi Teknologi Bioflok Pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*. 1 (1), 1-123.
- Widanarni., Setiawati, M. dan Sukenda., 2008. Bakteri Probiotik Dalam Budidaya Udang: Seleksi, Mekanisme Aksi, Karakterisasi, dan Aplikasinya Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 13 (2), 80-89
- Widanarni., Wahjuningrum, D. dan Puspita, F., 2012. Aplikasi Bakteri Probiotik Melalui Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*. 2 (1), 19 – 29.
- Wijayanti, M., Jubaedah, D., Yulistya, O., Tanbiyaskur, Sasanti, A.D., 2020. Optimization of striped snakehead fish (*Channa striata*) culture using swamp microbial combination and nitrification bacteria. *AAEL Bioflux*, 13(2), 1064-1075.

Bukti konfirmasi artikel accepted (18 Juli 2021)



Journal of Aquaculture and Fish Health
Department of Fish Health Management and Aquaculture
Faculty of Fisheries and Marine, Universitas Airlangga
Campus C UNAIR - Mulyorejo, Surabaya, 60115
ISSN : 2301-7309/E-ISSN : 2528-0864
Web : <https://e-journal.unair.ac.id/JAFH> - Email : jafh@fpm.unair.ac.id

LETTER OF ACCEPTANCE

July 18th, 2021

Dear Marini Wijayanti,

We are pleased to inform that the following paper :

ID #	Authors	Title
23549	Marini Wijayanti, Mohamad Amin, Tanbiyaskur, Dade Jubaedah, Kukuh Jaya, M. Aiman Ziyad, Madyasta Anggana Rarassari, Marsi	Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for <i>Clarias</i> Catfish Rearing

has been **ACCEPTED** in our journal and will be published in **Journal of Aquaculture and Fish Health Volume 10 No. 3 (2021)**.

Thank you for choosing to publish in our journal.

kindest Regards,



Luthfiana Aprilianita Sari, S.Pi., M.Si.
Chief Editor - Journal of Aquaculture and Fish Health



Bukti konfirmasi artikel published online (September 2021)

23549 / Wijayanti et al. / Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for Clarias Catfish Rearing Library

Journal of Aquaculture and Fish Health 🔔 🏠

← Back to Submissions

Submission **Review** Copyediting **Production**

Copyediting Discussions Add discussion

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
Copyediting	—	2022-03-31 04:56 PM	0	<input type="checkbox"/>

Copyedited Search

113846	admin, 23549-97208-5-ED.docx	August 6, 2021	Article Text
--------	------------------------------	----------------	--------------

Kotak Masuk 3,763 **Berbintang** **Ditunda**

 **LUTHFIANA APRILIANITA** <luthfianaas@fpk.unair.ac.id>
kepada saya, Beryl
Waalakumsalam,
Paper telah kami publish, sehingga tidak bisa kami lakukan perubahan. Terimakasih.

Rab, 15 Sep 2021, 14.41

 **Journal of Aquaculture and Fish Health**
ISSN : 2301-7309
E-ISSN : 2528-0864

Vol. 10 No. 3 (2021): JAFH Vol. 10 No. 3 September 2021

Current Issue



Vol. 10 No. 3 (2021): JAFH Vol. 10 No. 3 September 2021

JAFH Vol. 10 No. 3 September 2021

Published: 2021-08-31

Articles

Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for Clarias Catfish Rearing

 **Marini Wijayanti**⁽¹⁾, **Mohamad Amin**⁽²⁾, **Tanbiyaskur Tanbiyaskur**⁽³⁾, **Dade Jubaedah**⁽⁴⁾, **Kukuh Jaya**⁽⁵⁾, **M Aiman Ziyad**⁽⁶⁾, **Marsi Marsi**⁽⁷⁾

(1) Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatera 30862 Indonesia .

(2) Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatera 30862 Indonesia .

(3) Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatera 30862 Indonesia .

(4) Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatera 30862 Indonesia .

(5) Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatera 30862 Indonesia .

(6) Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatera 30862 Indonesia .

(7) Department Of Soil Science, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatera 30862 Indonesia

📄 258-270

📄 **Abstract : 1525** 📄 PDF : 899

DOI : 10.20473/jafh.v10i3.23549



Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for Clarias Catfish Rearing

Marini Wijayanti^{1*}, Mohamad Amin¹, Tanbiyaskur¹, Dade Jubaedah¹, Kukuh Jaya¹, M Aiman Ziyad¹ and Marsi²

¹Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Sriwijaya -University. Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatera 30862 Indonesia

²Department Of Soil Science, Faculty of Agriculture, Sriwijaya -University. Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya, Ogan Ilir, South Sumatera 30862 Indonesia

*Correspondence :
mariniwijayanti@fp.unsri.ac.id

Received : 2020-12-01

Accepted : 2021-06-26

Keywords :
Aquaponics, Biofloc, Clarias catfish production

Abstract

Conventional catfish culture in Ogan Ilir (OI) have not optimal production, it can be increased by biofloc and aquaponics with local swamp bacteria as a starter. The purpose of this study was to apply biofloc technology and a combination of aquaponic-biofloc to increase the productivity of catfish (*Clarias* sp.) rearing. The study used two ponds, a biofloc circular pond and a combined biofloc and aquaponic (biofloqua) for two months. The results of the specific growth rate of fish in the aquaponic biofloc system were higher than that of the biofloc system alone. The survival of the fish during two rearing months of the Biofloqua system was 100% while the Biofloc system was 92-96%. The water quality data that measured were temperature, 30.3–31.9°C, Dissolved oxygen 4.5–7.2 mg.l⁻¹, pH 6-7, and ammonia concentration 0.27-0.71 mg.l⁻¹ in the biofloc system and 29.5-31.3°C, 4.7-7.4 mg.l⁻¹, pH 6-7, 0.20-0.53 mg.l⁻¹ in biofloqua system, respectively. The floc volume formation rate in the biofloc system alone reached 1.1 ml.l⁻¹ per day, which was above the floc formation rate for the biofloqua system 0.42 ml.l⁻¹ per day, due to the use of nutrients for plant growth. The combination of biofloc and aquaponics showed more optimal growth performance and both were efficient in feed (Food Conversion Ratio / FCR <1.00). Although the results of the 5% level t test showed no difference in the performance of the aquaculture biota between the two systems, Biofloqua can be an alternative to increase fish farmer income by harvesting vegetables and fish together.

INTRODUCTION

The conventional culture of catfish (*Clarias* sp.) in Sakatiga village has a relatively low fish survival problem. Sakatiga village fish farmers currently need an aquaculture system to support the growth and production of more productive fish culture, especially catfish in swamp areas. DJPB (2018) stated that

conventional cultivation has a stocking density of 100 fishes/ m³. To get optimal fish production, biofloc technology is needed to increase the production of catfish with a stocking density of 500 fish/m³ (Rusliadi *et al.*, 2018). This method could produce 20% higher fish biomass with a fast harvest period of abou

20% (2.5 months) of conventional methods (Faridah *et al.*, 2019), and FCR less than 1.00 (BBPBAT, 2005).

In principle, biofloc technology utilizes microbes in the form of selected heterotrophic bacteria for water quality management based on the ability of bacteria to decompose organic and inorganic Nitrogen (Ekasari, 2009). The heterotrophic bacteria that make up the biofloc include *Bacillus* sp., *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polmyxa*, and *Lactobacillus* sp. (Simanjuntak, 2017). The floc formation is not only composed of floc-forming heterotrophic bacteria and filamentous bacteria but also from zooplankton, microalgae, fungi, suspended particles, and detritus (De Schryver *et al.*, 2008). Biota and organic materials that accumulate around bound cells form floc which can be a food source for shrimp and fish (Crab *et al.*, 2007).

The cultivation with high stocking density causes a decrease in water quality due to the accumulation of organic matter. The decreasing water quality is indicated by the water becoming smelly, so the ammonia concentration increases and the fish appetite decreases. To improve water quality, it can be done by applying an aquaponics system. Aquaponics can help reduce nitrate concentrations through the direct utilization of nitrates by plants (Pratama *et al.*, 2017). Aquaponics, in principle, is optimizing narrow land to get maximum results such as fish and vegetables. The combination of biofloc and aquaponics will help maintain water quality in catfish cultivation. It can optimize stocking density cultivation as well as research on the optimization of stocking density for catfish cultivation with biofloc and Nitrobacter systems, support the highest specific growth rate and the lowest FCR of fishes (Puspita and Sari, 2018). The laboratory-scale snakehead fish with swamp probiotic starter could give the best performance of fish and water quality in biofloc technology of rearing system (Wijayanti *et al.*, 2020).

An IMTA (Integrated Multitrophic Aquaculture) system can be formed by integrating Biofloc Technology and Aquaponic System (BIOFLOQUA = Biofloc Aquaponic System) or called Bioflokua. According to Goada *et al.* (2015), the IMTA system achieves the best average net income and can cover production costs by achieving an economic surplus capacity of 47-53% and a recovery period for invested capital of fewer than 2.17 years, so that it can become an opportunity for small-scale business units in the country -developing country. Aquaponics and biofloc systems have advantages when compared to conventional fish production. This system uses only a single tank to produce vegetables and fish together. Farmers can produce catfish using an aquaponic system with or without biofloc, which can increase their productivity (da Rocha *et al.*, 2017).

The pilot in the form of a demonstration plot for the aquaponic biofloc cultivation system is expected to prove that simple aquaponic biofloc technology innovation can provide benefits that can ensure sustainable business because it is profitable and environmentally friendly (da Rocha *et al.*, 2017; Pinho *et al.*, 2017). The aim of this study is the application of Biofloc and Biofloqua technology (integrated Biofloc and Aquaponics) with swamp probiotic starter for increasing the productivity of catfish (*Clarias* sp.) rearing culture in farmer groups business at Ogan Ilir swamp area.

METHODOLOGY

Place and Time

This activity was carried out from November 2019 to March 2020 in the agribusiness fisheries farmer group in the village of Sakatiga Ogan Ilir.

Research Materials

This study used catfish fingerlings (weight 7 ± 2 g and length 9.5 ± 1.7 cm), feed (30% proteins), probiotics from swamps, kangkong seeds, rock wool,

water, salt, dolomite lime, and molasses. The tools used were circular pools (diameters 2 m), pipes, hoses, net pots, water pumps, blowers, rulers, scales, imhoff-cones (1 L), pH meters, DO meters, and thermometers.

Research Design

The research data collection method was carried out experimentally with two round ponds arranged for the biofloc system and the aquaponic biofloc system as two fish populations in different systems with completely randomized design (two treatments and two repetitions). Data of 30 fishes per pond on length and weight growth were taken as

replications. Measurement of water quality was carried out twice in each pond.

Work Procedure Pond Preparation

The pond used was a circular tarpaulin pond with a diameter of 2 m, a height of 1 m, and a water level of 0.8 m. Preparation of the pond was carried out to sanitize by brushing to remove dirt from the wall, and drying for 60 minutes with sunlight to kill pathogenic bacteria.

Pond Water Preparation

Preparation of rearing pond water began with the spread of salt and lime. The dosages of the ingredients used are presented in Table 1.

Table 1. Material for water pond preparation.

Materials	Quantity/m ³	Total quantity/pond (2.5 m ³)
Salt	1 kg	2.5 kg
Lime	50 g	125 g

Quantities of salt and molasses-based on Sucipto *et al.* (2018) were 1 kg/m³ of water and lime were 50 g /m³ of water. So, the salt that was spread into the pond as much as 2.5 kg and 125 g of lime were first dissolved with water until it was homogeneous then spread into the water, then it was incubated for 1 day. The addition of salt to the media aimed to kill microorganisms such as bacteria and fungi due to the nature of the salt which hydrolyzes the microbial cells so that the microbial cells die (Rimbiyastuti *et al.*, 2016).

Biofloc Medium Preparation

Molasses is a carbon source that is spread into the media as a nutrient for heterotrophic bacteria which breaks down suspended organic matter in the media (Crab *et al.*, 2012). Molasses must be cooked before use for separating with its dregs and killing contaminant bacteria. The addition of molasses-based on Sucipto *et al.* (2018) was as much as 100 ml per m³ with a media volume of 2.5 m³ so the volume of molasses added was 250 ml.

Molasses were dissolved with water and then evenly distributed at the existing aeration point. Furthermore, the addition of molasses was carried out every 7 days with quantity calculated by the formula based on Sucipto *et al.* (2018).

$$\text{Molasse ml/L} = \frac{F}{150\text{g}} \times 100 \text{ ml}$$

Where:

F = Daily feed (g)

The probiotic used was *Bacillus* sp. and *Streptomyces* sp. swamp origin, at a dose of 10⁵ CFU /mL⁻¹ (Wijayanti *et al.*, 2020). The media must be incubated for 7 days, then healthy catfish (*Clarias* sp.) can be spread in the pond.

Catfish Stocking

The stocking of fish in the aquaculture container was started by measuring the sample of catfish, measured the length and weight at the beginning of stocking. The fishes used were 7 ± 0.5 cm in size with a stocking density of 500 fishes per m³ (Ma'ruf, 2012). The two treatments were biofloc ponds without aquaponics and combined ponds with aquaponics,

both of which were stocked with 1250 catfish. The stocking of catfish carried out in the morning when the water conditions are normal with prior acclimatization for reducing the stress of fish.

Water Spinach Planting Preparation

Water spinach sowed with seeds at Rockwool for 8 days in room temperature conditions without sunlight. It spread into aquaponic containers after some roots and leaves appear. They put on aquaponic media when the fish have been stocked for a week in the pond.

Fish Rearing and Feeding

Rearing fish was carried out for 2 months. The weight and length of the fish were sampled each week. Feed provided with 30% protein. Feeding with the feeding rate (FR) method was given as much as 1% of the biomass for 4 days, and then feeding at satiation. Feeding was done 3 times a day, at 08.00, 12.00 and 16.00.

Parameters

Absolute length growth was measured by taking fish samples and measuring the initial length of the fish when stocked and the length of the fish at the end of rearing. Total length growth can be calculated using the formula (Effendie, 2002):

$$La = Lt - Lo$$

Where:

La = Total length growth (cm)

Lt = Final length (cm)

Lo = Initial length (cm)

Total weight growth was measured by taking fish samples and measuring the initial weight of the fish when stocked and the weight of the fish at the end of maintenance, calculated using the formula (Effendie, 2002):

$$Wm = Wt - Wo$$

Where

Wm = Total weight growth (g)

Wt = final weight (g)

Wo = initial weight (g)

The feed conversion ratio shows the efficiency of the feed used to increase each gram of fish weight as the effect of feeding.

The calculation of the feed conversion formula based on Hanley (1991):

$$FCR = \frac{F}{Wt + D - Wo} \times 100\%$$

Where:

FCR = Feed conversion ratio (%)

F = dry weight of feed given (g)

Wt = the wet weight of the fish at the end of rearing(g)

Wo = the wet weight of the fish at initial rearing (g)

D = the wet weight of dead fish during rearing(g)

The survival rate shows the percentage value of the fish's ability to survive at the end of rearing, calculated following the formula (Effendie, 2002):

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

Where:

SR = Survival rate of fish rearing (%)

Nt = The final quantity of fish at the end of rearing (g)

No = The initial quantity of fish at initial rearing (g)

Floc volume measurements were carried out every morning at the beginning and end of the catfish rearing activities. Measurements were made by inserting a 1000 ml water sample into the Imhoff cone and leaving it for 15 minutes then the floc settled on the bottom and the results were immediately seen on the scale in the Imhoff cone. It was then calculated with the formula (Suryaningrum, 2014):

Floc Volume

$$= \frac{\text{Volume of floc at the bottom of ilmhoff cone (ml)}}{\text{Volume of water sample (l)}}$$

The water quality parameters measured were pH (with pH meter), dissolved oxygen (with DO meter), and temperature (with thermometer) on the culture medium. Measurements were carried out every 3 times a week during the rearing time. Ammonia measurements were carried out at the beginning and end of the rearing using the spectrophotometric method.

Data Analysis

Data analysis was performed using the T-test at a 5% level for growth and survival rate of fish, and regression methods on the growth of fish, floc volume in both systems, the biofloc and the

aquaponic-biofloc ('biofloqua') systems. Data analysis was carried out descriptively on water quality by collecting primary data and secondary data. Primary data is data obtained from direct data collection or based on activities and secondary data obtained from journals and books as supporting literature (Andrews *et al.*, 2012).

RESULTS AND DISCUSSION

Data on the results of growth in length and absolute weight and the ratio of catfish feed conversion in maintenance are presented in Figures 1, 2, 3, and 4. The

data in Table 3 shows the results obtained by the biofloc pond, the average of total weight gain and total length 8.00 g and 6.62 cm in the first month, and 21.79 g and 2.38 cm in the second month, respectively. The aquaponic biofloc (Biofloqua) ponds showed a slightly better performance than biofloc pond, with an average weight and length growth value of 8.17 g; 6.67 cm in the first month and 22.30 g; 2.43 cm in the second month. The results of T-test 5% level showed that the Biofloc system and the Biofloqua system had no effect on fish growth, both in weight and length.

Table 2. The weight and length of Catfish and Water Spinach in Biofloc and Biofloqua pond systems.

Aquaculture Organisms	Time (days)	Average weight (g)	Average length (cm)
Fish in Biofloc Pond	0	7.16 ± 2.10	9.50 ± 1.83
	30	15.16 ± 0.83	16.12 ± 0.83
	60	36.95 ± 6.42	18.5 ± 0.84
Fish in Biofloqua Pond	0	7.01 ± 2.01	9.45 ± 1.50
	30	15.28 ± 0.59	16.12 ± 0.64
	60	37.58 ± 6.23	18.55 ± 0.79
Water Spinach in Biofoqua Pond	28	18.21 ± 3.50	29.86 ± 2.12

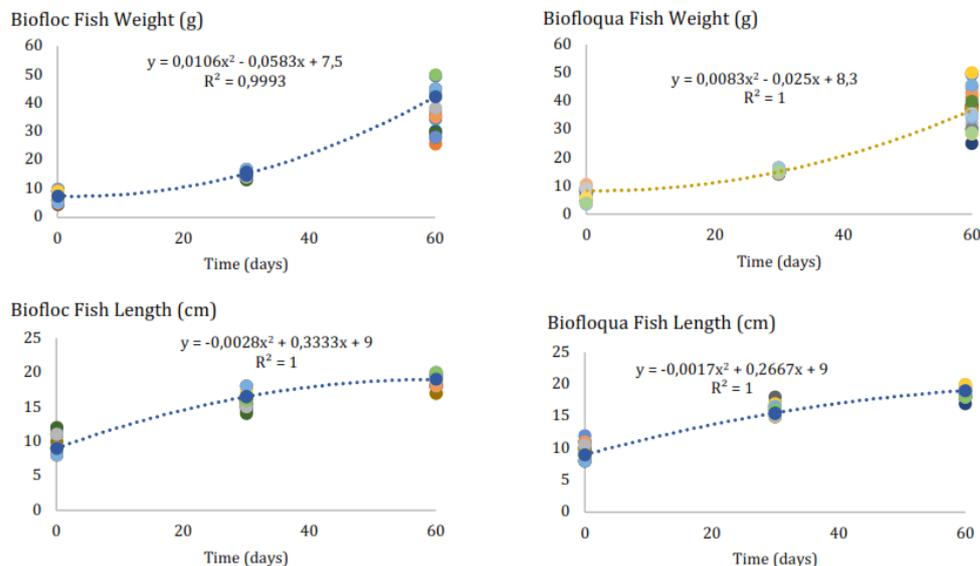


Figure 1. Weight and length growth of Catfish in Biofloc and Biofloqua systems.

Fish growth is influenced by nutritional adequacy and fish appetite. A high fish appetite can boost the growth rate of fish and is supported by nutrients, especially protein in feed. According to

Alfia *et al.* (2013), a decrease in water quality can affect the appetite of fish resulting in reduced nutrient intake to the body, stunted growth. If it goes on for a long time it will result in the death of fish.

The growth of catfish with a combined biofloc and aquaponic culture system has the advantage of improving water quality by reducing organic matter, which is more effective by the work of bacteria and recirculation through plants which causes a slightly higher appetite compared to biofloc ponds without aquaponics with feed consumption data for rearing time 9500 g biofloc pond and combination of biofloc and aquaponics was 10 100 g higher in the first month. Shah *et al.* (2018) showed that the amount of feed given and the quality of feed has an effect on fish growth. The role of probiotics in contributing proteins and enzymes that

are useful for helping fish digestion can increase the growth rate (Widanarni, 2012).

The specific growth rates of fish weight and length in the Aquaponic Biofloc and Biofloc systems are shown in the regression in Figures 2 and 3. Linear regression of fish weight growth in aquaponic biofloc and biofloc systems shows the equation $y = 0.0279x + 1,9003$ ($R^2 = 0,9988$) and $y = 0.0285x + 1.8864$ ($R^2 = 0.9993$), which means that the specific growth rate of fish weight in the biofloc system is 2.79% per day while in the aquaponic biofloc system it is 2.85% per day.

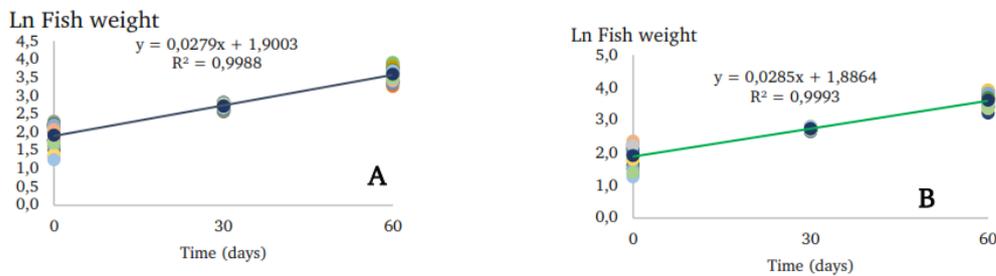


Figure 2. Regression of Ln average weight of fish in Biofloc (A) and Biofloqua (B) ponds on rearing time (days).

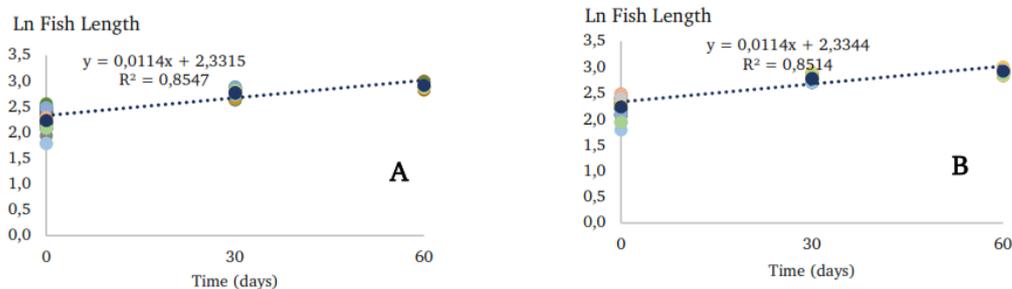


Figure 3. Regression of Ln average length of fish in Biofloc (A) and Biofloqua (B) ponds on rearing time (days).

The specific growth rate of fish in the aquaponic biofloc system is higher than that of the biofloc system alone. Linear regression of fish length growth in biofloc and aquaponic biofloc systems shows the equation $y = 0.0114x + 2.3315$ ($R^2 = 0.8547$) and $y = 0.0114x + 2.3344$ ($R^2 = 0.8514$), which means The specific growth rate of fish weight in the biofloc and aquaponic biofloc systems was the same, namely 1.14% per day. The

integration of biofloc and aquaponics systems can increase the growth rate of fish weight but does not increase the length growth rate.

Feed conversion ratio (FCR) is the ratio between the weight of feed that has been given and the biomass of fish obtained with the same unit weight. The value of the feed conversion ratio is influenced by the quality of the feed given

and the ability of the fish to absorb feed nutrients into biomass (Handajani, 2011).

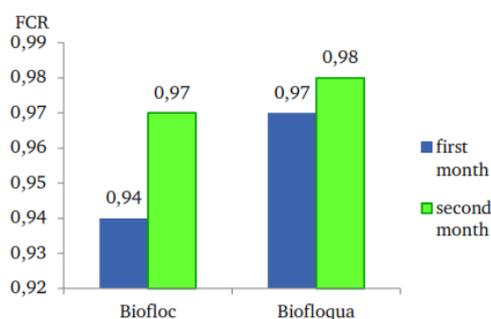


Figure 4. Feed Conversion Ratio (FCR) of Catfish culture on two months rearing time.

The smaller value of the feed conversion ratio shows the higher effectiveness and efficiency of the feed given (Shah *et al.*, 2018). The feed conversion ratio value in the biofloc pond got the best results because the value was less than 1, 0.94 (first month); 0.97 (second month), and the combined biofloc and aquaponics, 0.97 (first month); 0.98 (second month). According to DJPB (2018), they stated that catfish farming with the biofloc system can reduce the feed conversion ratio value of less than 1, which means feed efficiency because to

produce 1 kg of biomass, less than 1 kg of feed is needed.

The feed efficiency obtained by both treatments is caused by the biofloc biomass that is formed which can contribute to nutrients or additional food for fish in the culture pond (Widanarni *et al.*, 2008). The formation of biofloc with a probiotic starter from the swamp bacteria (*Bacillus* sp. and *Streptomyces* sp.) has been known to improve the nutritional content of the feed (Widanarni *et al.*, 2012) and help digestion and increase fish growth (Antika, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020).



Figure 5. The Biofloc and Biofloqua circular pond.

Table 1 shows the weight gain and total length of water spinach, respectively 18.21 ± 3.50 grams and 29.86 ± 2.12 cm with total biomass obtained between 5.5-6 kg at harvest after 20 days. According to Sayekti *et al.* (2018), cultivating water spinach or vegetable on the media-rich organic matter will increase the growth of water spinach plants. The media-rich

organic matter can be from the fish cultivation waste or organic fertilizer. The advantages of combined biofloc and aquaponics technology can reduce high ammonia in the aquaculture media by vegetables and the microbes on the root. The recirculation and absorption of nutrients can improve the water quality of aquaculture media (Setijaningsih, 2009).

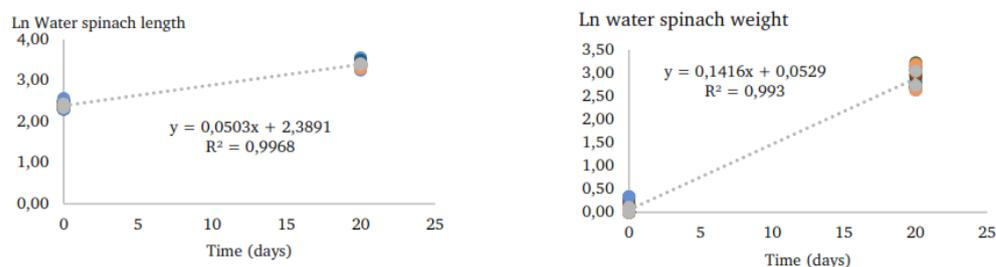


Figure 6. Regression graph of the total length and weight of water sinach in the Biofloqua system.

The specific growth rates for length and weight of water spinach were 5.03% and 14.16% per day, respectively (Figure 6). Catfish pond waste is rich in organic matter and the role of microbes will help decompose ammonia into nitrates so that the growth of water spinach is optimal (Pitrianingsih *et al.*, 2014). The availability of organic cultivation waste and water recirculation greatly affects plant growth. The vegetable plant can effectively utilize the nutrients (elements of carbon and nitrogen) for its growth. It can reduce the ammonia value to 0.22 mg.l⁻¹ in 3 weeks of rearing (Perdana *et al.*, 2015). To optimize the growth of pond vegetable plants, it is advisable to stock the seeds for at least 1 week after raising the fish. It takes control of the flow of water to the plant roots to keep the supply of oxygen and water for optimizing the

role of the microbial root. Water spinach plants can generally be harvested 4 -5 times for 3 months of rearing fish. They can be harvested starting from the planting age of 18 days (25-28 days from seedlings in rock wool) (Rahmadhani *et al.*, 2020).

Water Quality and Catfish Survival Rate

Data on the results of water quality measurements in biofloc and biofloc-aquaponics ponds in rearing time are presented in Table 3. The survival of catfish in the combined biofloc and aquaponic ponds received 96% which was higher than the 92% biofloc pond in the first month, but 100% of both in the second month.

Table 3. Temperature, Dissolved Oxygen, pH value and Survival Rate of Clarias catfish in rearing time (2 months).

Parameter	Biofloc		Biofloqua	
	First Month	Second Month	First Month	Second Month
Temperature°C	30,3-31,5	30,7-31,9	29,5-31,0	30,3-31,3
pH value	6,5-7,0	6,0-7,0	6,5-7,0	6,0-7,0
Dissolved Oxygen (mg.l ⁻¹)	4,5-7,1	5,4-7,2	4,7-7,4	5,8-7,3
Ammonia (mg.l ⁻¹)	-	-	0,71	0,53
Survival Rate (%)	92	96	100	100

In the first month, the condition of the biofloc system fish rearing was still unstable. It is showed that the fish survival rate less than 100%. They must be adapted to the system that was formed in both circular pond systems. In the second month, the fish condition was more stable.

Both the biofloc and biofloqua systems were able to maintain their survival rate up to 100%. The high survival in biofloc circulation media that was integrated with the aquaponic recirculation system can be caused by the existence of a water quality maintenance system from plants. They

utilize organic matter from fish excretion to become nutrients with the help of microbes attached to plant roots and floc form in culture media. The water circulation through plants provides benefits for fish, because ammonia, nitrite, and nitrate waste can be utilized by plants for their growth. The plants reduced waste contamination, so the water quality can be optimized for fish rearing (Kurniawan *et al.*, 2018).

The causes of catfish mortality during maintenance can be influenced by changes in temperature during the dry season which causes stress for fish due to hot weather and rain usually affects outdoor ponds with water levels below one meter (Boyd, 1989). The change in water temperature of the rearing media always follows the change of weather. Stress on fish causes fish to be susceptible to disease. If it lasts for a long time, it will reduce appetite until the fishes die. Decreasing pH and dissolved oxygen can cause decreasing in probiotic's decomposing organic matter. It could be the accumulation of feces into ammonia. The fish can be poisoned with ammonia (NH₃). Measurement of ammonia during maintenance after a change of water in the second week of rearing. The ammonia concentration value of the biofloc pond was 0.27 mg.l⁻¹ and the biofloc aquaponics pond was 0.20 mg.l⁻¹. Both ammonia values were still classified as safe for catfish farming activities <0.8 mg.l⁻¹ (BBPBAT, 2005).

The water quality data presented in the table above shows the temperature range of the biofloc pond from 30.3-31.9°C and 29.5-31.3°C in the combined pool of biofloc with aquaponics. Both ponds had a decrease in temperature as a result of the change in seasons from dry to rainy season. The temperature in the combined biofloc and aquaponics ponds is lower due to the construction of plant containers above the rearing ponds. The temperature obtained in maintenance is classified as a standard temperature for catfish cultivation of 22–32°C (BBPBAT, 2005). Dissolved oxygen concentrations

consistently showed that the combined pool of biofloc and aquaponics was higher with a range of 4.7-7.4 mg.l⁻¹ in the first month; 5.8-7.34 mg.l⁻¹ in the second month and the biofloc pool 4.5-7.2 mg.l⁻¹ in the first month; 5.4-7.2 mg.l⁻¹ in the second month, according to the dissolved oxygen requirement of catfish. Boyd (1997) stated that catfish can get the body with dissolved oxygen levels of 3 mg.l⁻¹. The pH value of the two ponds ranged from 6.0 to 7.0, indicating a decrease in pH, presumably due to the accumulation of organic matter and the effect of rainfall. Overall water quality in the cultivation of the biofloc system and the combination of biofloc and aquaponics shows that there is an improvement in water quality and an increase in fish survival in the presence of floc-forming probiotics (*Bacillus* sp. and *Streptomyces* sp.) which can maintain water quality and at the same time prevent pathogenic infections. (Citra, 2019; Wijayanti *et al.*, 2020).

The regression analysis of fish survival in the two systems tested, both Biofloc and Biofloqua. It showed high survival in the Biofloqua system (Figure 7). The 100% survival for two months of rearing shows the stable performance of the fish being reared. The regression results of the relationship between fish survival and rearing time (days), namely $y = -2.81 \ln(x) + 100.21$ (RZ = 0.9796). It means that for the maintenance of catfish until harvest for 3 months (90 days), the survival rate can be maintained around 87.57% of the number of fish at the beginning of stocking. Based on the survival regression equation in the biofloc system, the 85% viability of survival can still be supported by this Biofloc system with a maintenance time of 7.5 months (224.3 days).

Volume of Floc and Growth of water spinach

The data of floc volume in rearing time of catfish are presented at Figure 7.

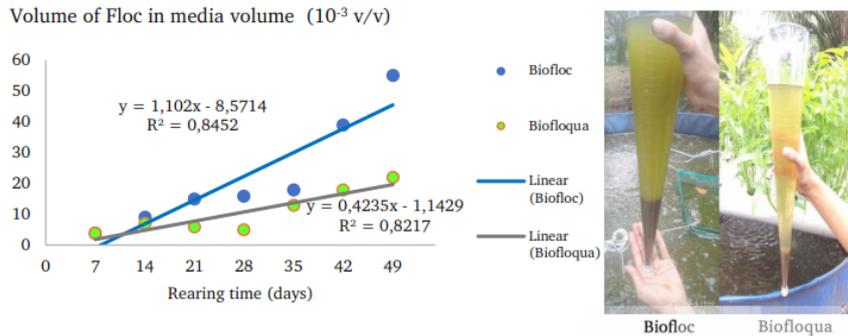


Figure 7. Floc volume in Biofloc and Biofloqua system ponds for rearing time 49 days.

Figure 7 shows the measurement results of the volume of floc formed at the end of maintenance, for a 55 ml.l⁻¹ non-biofloqua pond, which was higher than the combined biofloc and aquaponics pond, which was only 22 ml.l⁻¹. The floc volume formation rate in the biofloc system alone reached 1.1 ml.l⁻¹ per day, which was above the floc formation rate for the 0.42 ml.l⁻¹ biofloc system per day. This can be caused by the presence of aquaponic plants that utilize biofloc-forming nutrients, both carbon and nitrogen sources, which are used as nutrients for plant growth. The decrease in floc volume occurs due to increased utilization of waste by plants at the end of rearing time. Floc volume is influenced by organic matter and recirculation through plants which filter fish feces and reduce the organic matter in the water. The floc formed in biofloqua pond is lower due to the absorption of organic matter for plant growth (Sayekti *et al.*, 2018).

Although the biofloqua fish growth was not significantly higher than the biofloc fish growth, the Biofloqua system (aquaponics of water spinach which was integrated with biofloc system) became a new system that could be an alternative to increase the income of fish farmer by harvesting vegetables and fish.

CONCLUSION

The combination of biofloc and aquaponics (Biofloqua system) showed better growth and survival performance of catfish. Both Biofloc and Biofloqua systems were efficient in feed FCR less

than 1.00. Water spinach can grow by utilizing aquaculture waste, although it reduces floc volume, it can be an additional product in catfish production.

ACKNOWLEDGMENT

Gratitude to the University of Sriwijaya, which has funded the Community Service program in 2019-2020 in the scheme of innovation, and to all those who helped to complete the study of rural communities Sakatiga especially Mr. Sunarso, SP and farmer groups, and their agribusiness Raudhatul Ulum boarding school residents.

REFERENCES

- Alfia, R.A., Arini, dan Elfitasari, T., 2013. Alfia, A.R., Arini, E. and Elfitasari, T., 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3), pp.86-93. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/4796>
- Andrews, L., Higgins, A., Andrews, M.W. and Lalor, J.G., 2012. Classic Grounded Theory to Analyse Secondary Data: Reality and Reflections. *The Grounded Theory Review*, 11(1), pp.12-26. http://groundedtheoryreview.com/wp-content/uploads/2014/03/1101_01.pdf
- Antika, R.M., 2019. Kepadatan Bakteri, Efisiensi Pakan, dan Pertumbuhan

- Bakteri Kandidat Probiotik Asal Rawa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT), 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp.). Sukabumi.
- Boyd, C.E., 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departement Series No.2. Alabama Agraculture Experiment Station. Auburn University. Alabama.
- Boyd, C.E., 1997. Practical aspects of chemistry in pond aquaculture. *The Progressive Fish-Culturist*, 59(2), pp.85-93. [https://doi.org/10.1577/1548-8640\(1997\)059%3C0085:PAOCIP%3E2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8640(1997)059%3C0085:PAOCIP%3E2.3.CO;2)
- Citra, N., 2019. Pengaruh Pemberian Bakteri Asal Rawa Kandidat Probiotik Dalam Pakan Untuk Mencegah Infeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila* pada Ikan Gabus (*Channa Striata*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 270(1-4), pp.1-14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.006>
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W., 2012. Biofloc technology in Aquaculture Beneficial Effects and Future Challenges. *Aquaculture*. 356-357, pp.351-356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>
- da Rocha, A.F., Biazetti Filho, M.L., Stech, M.R. and da Silva, R.P., 2017. Lettuce Production In Aquaponic And Biofloc Systems With Silver Catfish *Rhamdia quelen*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 43(Especial), pp.64-73. DOI: 10.20950/1678-2305.2017.64.73
- De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N. and Verstraete, W., 2008. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 27(3-4), pp.125-137. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (DJPB), 2018. Kementerian Kelautan dan Perikanan Selenggarakan Bimbingan Teknis Bantuan Pemerintah Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok [online]. (accessed 20 September 2019)
- Effendie, M.I., 2002. Biologi Perikanan (Edisi Revisi). Penerbit Yayasan Pustaka Nusantara Yogyakarta, p.163.
- Ekasari, J., 2009. Bioflocs Technology: Theory and Application in Intensive Aquaculture System. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 8(2), pp.117-126. <https://doi.org/10.19027/jai.8.117-126>
- Faridah, F., Diana, S. and Yuniati, Y., 2019. Budidaya Ikan Lele Dengan Metode Bioflok Pada Peternak Ikan Lele Konvensional. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), pp.224-227. <https://doi.org/10.31960/caradde.v1i2.74>
- Goada, A.M.A., Essa, M.A., Hassaan, M.S. and Sharawy, Z., 2015. Bio Economic Features for Aquaponic Systems in Egypt. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(3), pp.525-532. DOI: 10.4194/1303-2712-v15_2_40
- Handajani, H., 2011. Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla Terfermentasi pada Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Produktivitas Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2), pp.177-181. <https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol12.No2.177-181>
- Hanley, ., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 93(4), pp.323-334.

- [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90224-U](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90224-U)
- Kurniawan, A., Asriani, E. and Sari, S.P., 2018. *Bioflok dan Akuaponik untuk Bangka Belitung*. Malang: Media Nusa Kreatif.
- Perdana, T.R., Raza'i, T.S. and Zulfikar, A., 2015. Tingkat Penyerapan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) Dengan Luasan Wadah Tanam Sistem Akuaponik Yang Berbeda Terhadap Kandungan Amonia (NH₃) Pada Limbah Budidaya Lele. *Manajemen Sumberdaya Perairan, FIKP UMRAH*, p.9.
- Pinho, S.M., Molinari, D., de Mello, G.L., Fitzsimmons, K.M. and Emerenciano, M.G.C., 2017. Effluent from a biofloc technology (BFT) tilapia culture on the aquaponics production of different lettuce varieties. *Ecological Engineering*, 103(A), pp.146–153. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.03.009>
- Pitrianingsih, C., Suminto and Sarjito, 2014. Pengaruh bakteri kandidat probiotik terhadap perubahan kandungan nutrisi C, N, P dan K media kultur lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management And Technology*, 3(4), pp.247-256. <https://ejournal3.undi-p.ac.id/index.php/jamt/article/view/7340>
- Pratama, W.D., Prayogo and Manan, A., 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture*. 1(1), pp.27–35. <https://doi.org/10.31093/joas.v1i1.4>
- Puspita, E.V. and Sari, R.P., 2018. Effect of different stocking density to growth rate of catfish (*Clarias gariepinus*, burch) cultured in biofloc and *Nitrobacter* media. *Aquasains Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 6(2), pp.563-568. <http://dx.doi.org/10.23960/aqs.v6i2.p583-588>
- Rahmadhani, L.E., Widuri, L.I. and Dewanti, P., 2020. Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, Dan Pakcoy) Dengan Sistem Budidaya Akuaponik Dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14(1), pp.33-43. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i01.15481>
- Rimbiyastuti, H., Suwarsono and Julianto, A.Y., 2016. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Beryodium (NaCl) Terhadap Daya Hambat Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Kesehatan Gigi*, 3(1), pp.30-33. <https://doi.org/10.31983/jkg.v3i01.1125>
- Rusliadi, R., Putra, I., Fauzi, M., Pamukas, N.A. and Masjudi, H., 2018. Pengembangan mata pencaharian alternatif bagi nelayan melalui kegiatan budidaya ikan dengan teknologi bioflok di Kampung Sungai Kayu Ara. *Riau Journal of Empowerment*, 1(2), pp.61-65. <https://doi.org/10.31258/raje.1.2.8>
- Shah, M.R., Lutzu, G.A., Alam, A., Sarker, P., Chowdhury, M.K., Parsaeimehr, A., Liang, Y. and Daroch, M., 2018. Microalgae in aquafeeds for a sustainable aquaculture industry. *Journal of Applied Phycology*, 30(1), pp.197-213. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1234-z>
- Sayekti, R.S., Prajitno, D. and Indradewa, D., 2018. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Kompos terhadap Pertumbuhan Daun Kangkung (*Ipomea Reptans*) Akuaponik. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*, 1(1), pp.15-22. <https://doi.org/10.22146/agrinova.41776>
- Setijaningsih, L., 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor
- Simanjuntak, I.C.B.H., 2017. Perbedaan Konsentrasi Bakteri Penyusun Bioflok terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan,

- dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 1(1), pp.47–55. <http://jsta.aquasiana.org/index.php/jmai/article/view/7>
- Sucipto, A., Sunarma, A., Yanti, D.H., Maskur and Rahmat, 2018. Perbaikan Sistem Budidaya Ikan Nila Melalui Teknologi Bioflok. *Jurnal Perekayasaan Akuakultur Indonesia* 1(2), pp.115–128. <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DJPB/Pustaka/Jurnal%20Perksain%20Vol%202%20No%201%20Juni%202018.pdf>
- Suryaningrum, F.M., 2014. Aplikasi Teknologi Bioflok Pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Thesis. *Universitas Terbuka*, p.110.
- Widanarni, W., Sukenda, S. and Setiawati, M., 2008. Bakteri probiotik dalam budidaya udang: seleksi, mekanisme aksi, karakterisasi, dan aplikasinya sebagai agen biokontrol. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 13(2), pp.80-89. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/view/6594>
- Widanarni, W., Wahjuningrum, D. and Puspita, F., 2012. Aplikasi Bakteri Probiotik melalui Pakan Buatan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*, 2(1), pp.19-29. <https://doi.org/10.29244/jstsv.2.1.19-29>
- Wijayanti, M., Jubaedah, D., Yulistya, O., Tanbiyaskur and Sasanti, A.D., 2020. Optimization of striped snakehead fish (*Channa striata*) culture using swamp microbial combination and nitrification bacteria. *AAFL Bioflux*, 13(2), pp.1064-1078. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2020.1064-1078.pdf>