UJI EFEKTIVITAS SISTEM DAN TEKNOLOGI AKUAKULTUR BERBASIS ASIMILASI LIMBAH AMONIA: *GREEN WATER SISTEM, BIOFLOC,* DAN *AQUAPONIC* SEBAGAI SOLUSI UNTUK BUDIDAYA IKAN GABUS (*Channa striata*)

Testing The Effectiveness of Aquaculture Systems and Technologies Based On Ammone Waste Assimilation: Green Water Systems, Biofloc, And Aquaponic As Solutions For Cultivation Of Snakehead Fish (Channa striata)

Rani Ria Rizki[1], Donny Prariska[1*], Siti Lestari[1], Rizki Eka Puteri[1], Selly Ratna Sari[2], Guttifera[1]

[1]Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Selatan
Jalan Letnan Murod Nomor 55, Talang Ratu Palembang
[2]Prodi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
Jalan W.R Supratman, Kandang Limun, Bengkulu

[*]Korespondensi email: donnyprariska@uss.ac.id

ABSTRACT

Snakehead fish cultivation in South Sumatra were still relatively small, but the market demand for snakehead fish were quite a lot to be used as a processed material or for treatment. Cultivating snakehead fish, the obstacles faced are ammonia waste (from leftover feed and feces) causing death in cultivated fish. Application of aquaculture technology systems that can minimize ammonia waste, namely the Green Water System, Biofloc, and Aquaponic. These three systems have the ability to absorb ammonia bicarbonate contained in snakehead fish farming waste. The purpose of this research is to find the best aquaculture system in reducing nitrogen waste and producing the highest snakehead fish productivity. This research used a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 3 replications, namely green water system (GWS), biofloc technology (BFT), and aquaponics (AP). The fish used were snakehead fish (*Channa striata*) measuring 7±05 cm, which was reared for 60 days, the test plant used in aquaponics was pakcoy, while the green water system used spirulina. Water quality data were analyzed descriptively using tables and pictures. Production performance data were analyzed for variance (ANOVA) with a 95% confidence interval. If the results are significantly different, then a further test is carried out using the Tukey test. The results obtained in this study included all treatments capable of creating optimal water quality in the form of ammonia, nitrite and nitrate for snakehead fish, and the GWS treatment produced the lowest ammonia, nitrite and nitrate values. The survival resulted in all treatments above 80%, with the best growth in weight and length obtained in the BFT treatment. The best feed conversion ratio was also produced by the BFT treatment by suppressing the lowest RKP value.

Key words : *green water system, snakehead fish, spirulina*

ABSTRAK

Budidaya ikan gabus di Sumatera Selatan masih tergolong sedikit, namun permintaan pasar akan ikan gabus cukup banyak untuk dijadikan sebagai bahan olahan maupun untuk pengobatan. Dalam membudidayakan ikan gabus kendala yang dihadapi yaitu limbah amonia (dari sisa pakan dan feses) menyebabkan kematian pada ikan budidaya. Penerapan sistem teknologi akuakultur yang dapat meminimalisir limbah amonia yaitu *green water system*, *biofloc*, dan *aquaponic*. Ketiga sistem tersebut memiliki kemampuan untuk menyerap amonia bikarbonat yang terdapat di limbah budidaya ikan gabus. Tujuan penelitian ini agar dapat menemukan sistem budidaya yang paling baik dalam mereduksi limbah nitrogen dan menghasilkan produktifitas ikan gabus tertinggi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu *green water system* (GWS), *teknologi bioflok* (BFT), dan *aquaponic* (AP). Ikan yang digunakan adalah ikan gabus (*Channa striata*) berukuran 7±05 cm, yang dipelihara selama 60 hari, tanaman uji yang digunakan dalam *aquaponic* adalah pakcoy, sedangkan *green water system* menggunakan *Spirulina platenis*. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif menggunakan tabel dan gambar. Data kinerja produksi dianalisis ragam dengan selang kepercayaan 95%. Jika menggunakan hasil berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Tukey. Hasil yang di peroleh pada penelitian ini meliputi semua perlakuan mampu menciptakan kualitas air berupa amonia, nitrit dan nitrat optimal untuk ikan gabus, dan pada perlakuan GWS menghasilkan nilai amonia, nitrit dan nitrat terendah. Kelangsungan hidup yang dihasilkan pada semua perlakuan diatas 80%, dengan pertumbuhan bobot dan panjang terbaik diperoleh pada perlakuan BFT. Rasio konversi pakan terbaik juga dihasilkan perlakuan BFT dengan menekan nilai RKP terendah. Perlakuan yang paling efektif adalah dengan penggunaan system *biofloc* (BFT).

Kata Kunci: *Green Water; Biofloc; Aquaponic*; Ikan Gabus

PENDAHULUAN

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan jenis komoditas air tawar yang memiliki daya jual yang tinggi dalam bentuk segar maupun diolah (Kusmini *et al*., 2016). Ikan gabus di Sumatera Selatan merupakan komoditas penting untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan industri olahan pempek, kerupuk, kemplang dan sebagainya (Muslim 2017; Saputra *et al*., 2017). Permintaan pasar utama ikan gabus masih dipenuhi oleh hasil tangkapan dari alam, volume produksi perikanan tangkap di perairan umum pada tahun 2011 didominasi oleh ikan gabus (10,68%) dengan volume produksi sebesar 36.837 ton dari total 368.542 ton produksi perikanan tangkap di perairan umum (KKP 2011).

Upaya untuk mengatasi permasalahan pasokan ikan gabus adalah melalui pengembangan budidaya yang

terkontrol dan berkelanjutan (Saputra *et al*., 2016). Pengembangan budidaya ikan akan menyebabkan tingginya limbah yang dihasilkan berupa nitrogen anorganik, sisa pakan, dan sisa metabolisme yang menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan bahkan kematian pada ikan (Supono 2015). Untuk dapat membantu mengurangi limbah dari hasil budidaya yaitu dengan menggunakan sistem teknologi yang tepat.

Penerapan sistem teknologi budidaya seperti *green water, biofloc dan aquaphonic* dapat memberikan efek signifikan dengan penyediaan mikroalga berupa fitoplankton pada *green water* (Widyantoro *et al*., 2018; Treece 2019), penggunaan bakteri heterotrofik untuk mengakumulasi limbah sebagai nutrisi pada sistem *biofloc* (Huang *et al*., 2020b; Aboseif *et al*., 2022; Roy *et al*., 2022) dan penggunaan tanaman air dengan memanfaatkan limbah sebagai pupuk untuk pertumbuhan tanaman pada sistem *aquaponic*. Ketiga sistem teknologi tersebut bertugas dalam daur ulang nitrogen, nutrisi limbah, menjaga kualitas air dan mengefisiensi penggunaan air (Yep *et al*., 2019; Baganz *et al*., 2020; Roy *et al*., 2020). *Green water system, biofloc dan aquaphonic* merupakan salah satu sistem yang berpotensi tinggi dalam pencapaian *zero-waste aquaculture* yang berbasis lingkungan (Tendencia *et al*., 2013). Tujuan dari penelitian ini adalah agar dapat menemukan sistem budidaya yang paling baik dalam mereduksi limbah amonia dan menghasilkan produktivitas ikan gabus tertinggi.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium *Outdoor* Prodi Ilmu Perikanan, Universitas Sumatera Selatan, Desa Sungai Dua, Kab Banyuasin. Penelitian dilakukan pada bulan Mei-Juli 2022.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan diantaranya jaring, *box container*, timbangan, penggaris, set aerasi, pompa, termometer, gelas ukur, seser, aerator, pompa, pipa PVC, *net pot*, *rockwool* dan selang. Bahan yang digunakan antara lain adalah benih ikan gabus, pakan komersil, bibit spirulina dan pupuk organik cair, probiotik (yang mengandung bakteri *Lactobacillus casei*
dan Saccharomyces cerevisiae), molase, dan bibit pakcoy.

Rancangan penelitian

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan, sebagai berikut:

GWS : *green water system*

BFT : *biofloc tecnology*

AP : *aquaponic*

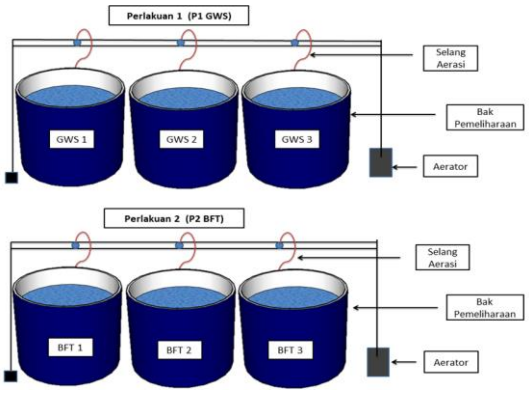
Prosedur penelitian

1. Pembuatan media GWS

Tahap pembuatan *green water* dilakukan dengan penambahan pupuk urea sebanyak 8 g/m^3 pada wadah pemeliharaan. Kemudian dilakukan penambahan kapur dolomit sebanyak 200 g/m^3. Selanjutnya kolam diisi air bersih sebanyak 20 L dan ditambahkan bibit inokulan *Spirulina platenis* yang sudah dikultur sebanyak 1.000 mL. penebaran bibit spirulina 10-20% dari volume air (Buwono dan Nurhasanah 2016). Kolam disertai dengan pemasangan set aerasi yang kuat dan stabil, kemudian dibiarkan selama 7 hari (Buwono & Nurhasanah 2018).

2. Pembuatan Media *Biofloc*

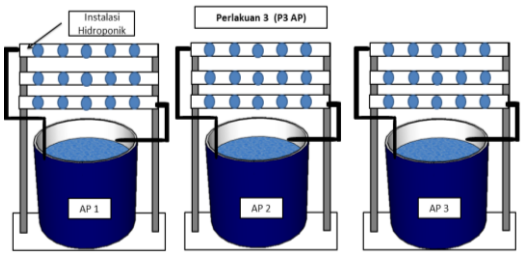
Persiapan *biofloc* dengan penambahan Probiotik 10 mL/L dan sumber karbon (molase) 200 mL/L air, lalu dicampurkan ke dalam wadah pemeliharaan yang berisi air 20 L, kemudian dibiarkan selama 7 hari untuk menumbuhkan flok. (Putra *et al.* 2017), sumber nitrogen dan fosfor (pakan), dan bakteri heterotrof (probiotik) (Supomo *et al*., 2022). Desain kolam untuk GWS dan BFT dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Desain kolam GWS dan BFT

3. Pembuatan media *aquaponic*

Persiapan dilakukan dengan memasang sistem resirkulasi air menggunakan pipa dan selang, yang di desain dengan 18 titik lobang untuk pemasangan *net pot* setiap kolam dan dibuat secara bertingkat. Setelah wadah berupa *pottray* untuk proses semai, kemudian diisi dengan media potongan *rockwool*, dan selanjutnya dilebabkan dengan air. Bibit yang sudah tumbuh dipilih 1 tanaman yang tumbuh baik, lalu dimasukkan kedalam *net pot*, kemudian air dialirkan menggunakan mesin pompa. Volume air yang digunakan sebanyak 20 L. Desain kolam dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desai kolam AP

4. Aklimatisasi

Media yang sudah disiapkan kemudian dilakukan penebaran benih ikan gabus yang berukuran 6-7 cm dengan kepadatan 2 ekor/L.

5. Sampling dan Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan antara lain adalah pengamatan tingkah laku dan sintasan awal. Pengamatan parameter dilakukan selama 60 hari pemeliharaan. Pemberian pakan sebanyak 5% dari total biomassa per hari dengan frekuensi 3 kali sehari pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB.

Pengukuran suhu, pH dan DO air pemeliharaan dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari pukul 06.00 dan 17.00 WIB. Sedangkan pengukuran kadar amonia, nitrit, dan nitrat dilakukan setiap 10 hari sekali pada pukul 17.00 WIB. Sampling ikan gabus dilakukan 7 hari sekali dan jumlah pakan disesuaikan dengan berat penimbangan. Parameter penelitian yang diambil yaitu kelangsungan hidup (SR), merupakan persentase dari perbandingan jumlah ikan yang hidup sampai akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan pada awal pemeliharaan. Persentase kelangsungan hidup dihitung menggunakan rumus Effendie (2002), sebagai berikut :

Kelangsungan Hidup

$$\mathbf{SR} = \frac{Nt}{No}\mathbf{X}\ 100\ \%$$

Keterangan :
Nt = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)
No = Jumlah ikan yang ditebar pada awal pemeliharaan (ekor)

Laju pertumbuhan mutlak adalah perubahan bobot rata-rata individu dari awal sampai akhir pemeliharaan. Pertumbuhan bobot mutlak dihitung dengan menggunakan rumus:

Pertumbuhan Bobot Mutlak

$$W = Wt - Wo$$

Keterangan :
W = Pertumbuhan bobot mutlak ikan yang dipelihara (g)
Wt = Bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g)
Wo = Bobot ikan pada awal pemeliharaan (g)

Pertumbuhan panjang mutlak

$$L = Lt - Lo$$

Keterangan :
L = Pertumbuhan panjang mutlak ikan yang dipelihara (cm)

Lt = Panjang ikan pada akhir pemeliharaan (cm)
Lo = Panjang ikan pada awal pemeliharaan (cm)

Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$RKP = \frac{F}{Wt + Wo - Wd}$$

Keterangan :
RKP = Rasio konversi pakan
F = Jumlah pakan yang dihabiskan (kg)
Wt = Biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (kg)
Wd = Biomassa ikan mati selama pemeliharaan (kg)
W0 = Biomassa ikan pada awal pemeliharaan (kg)

Analisis data

Data yang didapatkan selama penelitian ditabulasi untuk analisis selanjutnya. kualitas air dianalisis secara deskriptif menggunakan tabel dan gambar. Data kelangsungan hidup, pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, dan rasio konverisi pakan (RKP) ikan dianalisis ragam (ANOVA) dengan selang kepercayaan 95%. Jika menunjukkan hasil berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji tukey. Analisis data menggunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Office Excel dan SPSS 23.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air

Asimilasi nitrogen pada budidaya ikan gabus pada penelitian ini menggunakan *green water* system, *aquaponic*, dan *biofloc* dapat membuat lingkungan budidaya menjadi lebih optimal. Pada penerapan sistem *green water system* dan *biofloc* dengan prinsip asimilasi limbah amonia pada perairan memberikan asumsi terhadap peningkatan produktivitas biota budidaya dengan pemanfaatan mikroorganisme langsung di perairan, sedangkan *aquaponic* dengan penyerapan limbah dengan menggunakan akar tanaman sehingga amonia yang terserap mengalami proses oksidasi dengan bantuan oksigen dan bakteri, selain itu kemampuan tanaman juga mempengaruhi proses penyerapan kadar amonia dalam air.

Data kualitas air berupa suhu, pH dan oksigen terlarut selama pemeliharaan ikan gabus masih dalam kisaran yang optimal untuk ikan gabus. Nilai Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kiasaran nilai kualitas air terukur selama masa pemeliharaan.

Parameter	GWS	BFT	AP	Literatur
Suhu (°C)	26,5-30,2	28,1-30,8	26,8-30,0	25-30[a]
pH	6,2-7,7	6,0-6,7	5,8-6,5	4-9[b]
DO (mg.l^{-1})	2,6-3,5	3,5-4,2	3,8-4,9	2,15-6,89
Amonia (mg.l^{-1})	0,009-0,017	0,013-0.018	0.020-0,029	<0,1[d]
Nitrit (mg.l^{-1})	0,054-0,054	0,011-0,012	0,010-0,090	<0,05[d]
Nitrat (mg.l^{-1})	0,165-0,174	0,011-0,112	0,110-0,370	<0,2[d]

a: (Saputra&Puspaningsih 2015); b: BPBAT Mandiangin (2014); c: (Saputra&Samsudin 2017); d: (Hartini et al. 2013).

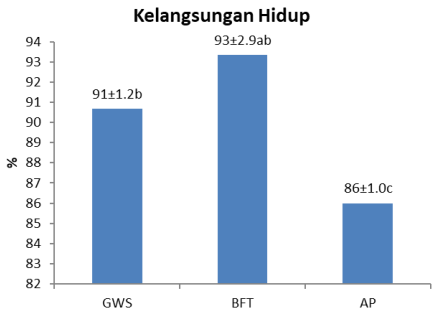
Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada pemeliharaan ikan gabus yang diberi perlakuan sistem berbeda kisaran suhu yang diperoleh yaitu kisaran 26,5-30,8°C, nilai tersebut masih dalam kisaran yang aman untuk benih ikan gabus. Menurut Saputra dan Puspaningsih (2015) suhu 25-30°C merupakan kisaran yang aman untuk budidaya ikan gabus. pH yang diperoleh pada penelitian ini pada setiap perlakuan yaitu kisaran pH 5,8-7,7, nilai tersebut merupakan kisaran yang baik untuk ikan gabus. Menurut BBAT (2014) gabus dapat mentoleransi nilai pH 4-9 diperairan. Nilai oksigen terlarut yang diperoleh selama penelitian masih tergolong aman untuk ikan gabus dengan oksigen terlarut kisaran 2,6-4,9 mg.l^{-1}. nilai tersebut masih berada dalam kisaran 2,15-6,89 yang dapat ditoleransi oleh ikan gabus (Saputra dan Samsudin, 2017).

Nilai amonia selama penelitian pada perlakuan *aquaponic* (AP) lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lainnya dengan nilai 0,020 mg.l^{-1}, begitupun dengan nilai nitrit dan nitrat pada perlakuan AP lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Berdasarkan nilai tersebut perlakuan yang paling rendah dalam merombak amonia, nitrit dan nitrat adalah perlakuan AP, namun kisaran masih berada dalam toleransi ikan gabus, kemampuan AP dalam merobak amonia diperairan tidak sebaik GWS dan BFT dikarenakan pada proses penyerapan nitrogen melalui tanaman air dipengaruhi oleh kemampuan tanaman yang semakin lama pemeliharaan konsentrasi amonia semakin tinggi namun jumlah tanaman atau kapasitas tanaman dalam menyerap limbah tidak sebanding dengan limbah yang dihasilkan oleh ikan gabus. Perlakuan yang baik dalam merombak amonia adalah perlakuan *biofloc*. Kemampuan *biofloc* membentuk dasar rantai makanan di ekosistem perairan dengan mengubahnya menjadi protein sel singgel. Oleh karena itu *biofloc* membuat proses siklus nutrisi awal dalam ekosistem perairan (Ogello *et al*., 2021).

Bakteri anaerobik juga dapat mengurai bahan organik yang lebih sederhana serta senyawa yang bersifat racun (Hariyanto 2016).

Kelangsungan hidup

Hasil penggunaan sistem teknologi yang berbeda dalam asimilasi limbah amonia memberikan pengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan gabus. Data kelangsungan hidup benih ikan gabus yang dipelihara selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut:

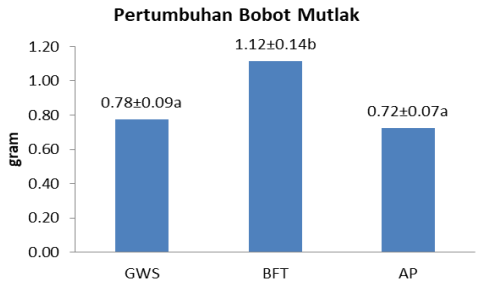


Gambar 3. kelangsungan hidup ikan gabus (%)

Hasil uji lanjut kelangsungan hidup pada Gambar 3 menunjukkan bahwa perlakuan GWS tidak berbeda nyata dengan perlakuan BFT, namun berbeda nyata dengan perlakuan AP. Kelangsungan hidup yang dihasilkan berkaitan dengan kualitas air pada perlakuan AP rendah karena proses asimilasi limbah amonia lebih lambat dalam proses nitrifikasi, sedangkan perlakuan BFT dan GWS yang lebih cepat karena dibantu mikroorganisme dalam merombak amonia. selain itu kemampuan tanaman juga mempengaruhi proses penyerapan kadar amonia dalam air. Kelangsungan hidup yang dihasilkan selama penelitian pada semua perlakuan tidak ada yang dibawah dari 80%, hal ini menunjukkan semua perlakuan dapat menciptakan lingkungan yang baik untuk ikan gabus sehingga dapat menjaga kelangsungan hidup ikan gabus. Berdasarkan analisis ragam pada perlakuan BFT dan GWS menunjukkan tidak berbeda nyata, dan berbeda nyata dengan perlakuan AP. Hasil kelangsungan hidup seiring dengan kualitas air yang dihasilkan pada BFT lebih baik dalam merombak amonia dan nitrit dengan adanya bantuan dari mikroorganisme dari bakteri flok, menurut Pinho *et al.*, (2021b); Roy *et al.*, (2022) Cara kerja dari bioflok adalah mengurai limbah budidaya menjadi bahan organik yang lebih sederhana (asam organik, alkohol) serta, bioflok juga dapat merombak senyawa yang bersifat racun (amonia, nitrit, H2S, matena). Fitoplankton dari GWS yang memanfaatkan sisa pakan dan feses sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme, limbah budidaya ikan

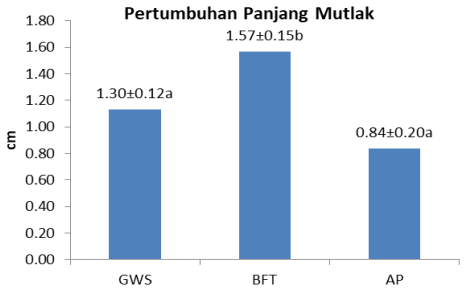
seperti nitrogen dan fosfat dapat dikurangi melalui penggunaan mikroalga seperti *Spirulina platenis* yang dimanfaatkan sebagai unsur hara yang dibutuhkan untuk nutrisi dan pembentukan klorofil (Widyantoro *et al*., 2018).

Hasil kinerja pertumbuhan bobot dan panjang yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5 sebagai berikut:



Gambar 4 Pertumbuhan bobot mutlak

Berdasarkan Gambar 4 hasil pertumbuhan bobot mutlak pada perlakuan GWS dan AP tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan BFT. Hasil pertumbuhan bobot mutlak juga diiringi dengan pertumbuhan panjang ikan yang sama dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut:

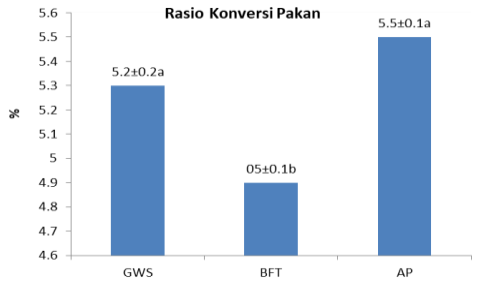


Gambar 5. Pertumbuhan panjang mutlak

Berdasarkan hasil analisa tersebut dapat dijelaskan bahwa perlakuan BFT menghasilkan pertumbuhan tertinggi karena sistem perombakan kualitas air yang dilakukan oleh bakteri *biofloc* dapat membuat lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan ikan gabus, serta flok yang terdapat di kolam berupa bakteri heterotofik yang mengandung asam protein dan asam lemak yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan alami dan meningkatkan pertumbuhan ikan. (Nurhatijah *et al.*, 2016; Sukardi *et al* 2018). Selain itu, Savitri *et* al., (2015) menyatakan dalam bioflok terdapat senyawa *polyhydroxybutyrate* yang mana berfungsi sebagai cadangan energi pada tubuh ikan. Senyawa *polyhydroxybutyrate* ini juga yang dimanfaatkan sebagai energi pengganti dalam proses metabolisme, sintesis jaringan dan perbaikan sel tubuh pada ikan, sehingga protein pakan yang terserap dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan.

Ketersediaan pakan alami yang dapat dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhan berdampak juga pada rasio konversi pakan (RKP) yang dihasilkan, sehingga dapat menekan RKP dan pertumbuhan yang dihasilkan lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil

analisis RKP dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Rasio Konversi Pakan (RKP)

Berdasarkan hasil analisis ragam tersebut pada perlakuan GWS tidak berbeda nyata dengan AP, namun berbeda nyata dengan BFT. Pada perlakuan BFT menghasilkan RKP terendah dan pertumbuhan tertinggi. Hal ini disebabkan karena bioflok juga berfungsi sebagai pengubah limbah anorganik hasil budidaya menjadi pakan alami tambahan ikan yang kaya kandungan protein sehingga pertumbuhan ikan dapat berjalan dengan baik dengan menekan jumlah pakan yang dikonsumsi (Savitri *et al*., 2015).

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah penggunaan sistem yang berbeda GWS, BFT dan AP menghasilkan sistem budidaya yang paling baik dalam mereduksi limbah amonia dan menghasilkan produktivitas ikan gabus tertinggi yaitu pada perlakuan system *Biofloc* dengan kelangsungan hidup, pertumbuhan dan rasio konversi pakan tertinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai penelitian dalam program Simlitabnas pada Skema Penelitian Dosen Pemula.

DAFTAR PUSTAKA

Aboseif, A.M., Flefil, N.S., Taha, M.K.S., Tahoun, U.M., Mola, H.R.A., El-Haroun, E., Doan, H.V and Goda, A.M.S.A., 2022. Influence of dietary C: N: P ratios on Nile tilapia Oreochromis niloticus growth performance and formation of water biotic communities within a biofloc system containment, *Aquaculture and Fisheries ELSIVIER.* 24: 101136.

Baganz, G., Baganz, D., Staaks, G., Monsees, H and Kloas W., 2020. Profitability of Multi-loop Aquaponics:Year-long Production Data, Economic Scenarios and a Comprehensive Model Case, *Aquac. Res*. 111: 14610.

[BPBAT] Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Mandiangin. 2014. *Naskah Akademik Ikan Gabus* (*Channa striata* Bloch 1793) Hasil Domestikasi website.

https://dokumen.tips/documents/naskah-akademik-ikan-gabus-haruan-channa-striata-iii-ringkasan-ikan-gabus-channa.html?page=1

Buwono, N.R dan Nurhasanah, R.Q. 2018. Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulima* sp. Pada Skala Kultur yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(1): 27-33.

Hariyanto, T., Surono, S.H., Basuki, U dan Hartono, R., 2016. Budidaya Lele Sistem Bioflok Akuakultur Indonesia Tabloid Dwi Bulanan Perikanan Budidaya website. https://docplayer.info/40032747-Edisi-no-22-th-4-juli-agustus-tabloid-dwi-bulanan-perikanan-budidaya.html

Hartini, S., Sasanti, A.D dan Taqwa, F.H. 2013. Kualitas air, kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) yang dipelihara dalam media dengan penambahan probiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1 (2) : 192-202.

Huang, L., Guo, H., Chen, C., Huang X., Chen, W., Bao, F., Liu, W., Wang, S and Zhang, D. 2020b. The Bacteria from Large-sized Bioflocs Are More Associated with the Shrimp Gut Microbiota in Culture System. *Aquaculture journal*, 523 : 735159.

[KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan., 2011. Volume Produksi Perikanan Tangkap di Perairan Umum Menurut Jenis Ikan wensite http://www.kkp.go.id [1 Desember 2014].

Kusmini, I.I., Gustiano, R,, Prakoso, V.A and Ath-thar, M.H.F. 2016. *Budidaya Ikan Gabus*. Penebar Swadaya. 76 hlm. Jakarta.

Muslim, M. 2017. Pemijahan Ikan Gabus (*Channa striata*) Secara Alami dan Semi Alami. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5 (1) : 25–32

Ogello, E.O., Outa, NO., Obiero, KO., Kyule, D and Munguti, J.M. 2021. The Prospects of Biofloc Technology (BTF) for Sustainable Aquaculture Development. *Scientific African. Elsevier.* 14 : 1-11.

Pinho, S.M., David, L.H.C., Goddek, S., Emerenciano, M.G.C and Portella, M.C. 2021b. Integrated production of Nile Tilapia Juveniles and Lettuce Using Biofloc Technology. *Aquac*. Int. 29 : 37–56.

Roy, K., Kajgrova, L and Mraz, J. 2022. TILAFeed: A bio-based inventory for circular nutrients management and achieving bioeconomy in future aquaponics. *Aquaculture and Fisheries ELSIVIER*, 70 : 9-12.

Roy, P., Chandan, CSS., Roy, N.C and Islam I. 2020. Feed types affect the growth, survival and cannibalism in early juvenile of striped snakehead (*Channa striata* Bloch.). *The Egyptian Journal of Aquatic Research ELSIVIER*, 46 (4) : 377-382.

Saputra, A dan Puspaningsih, D. 2015. Peranan fotoperiod terhadap sintasan dan pertumbuhan ikan gabus *channa striata* pada fase pendederan. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Pusat Penelitian dan pengembangan Perikanan Budidaya KKP*, 101 (23) : 745-753.

Saputra, A dan Samsudin, R. 2017. Penentuan jenis gulma air sebagai naungan (*shelter*) pada pendederan ikan gabus (*Channa striata*) di kolam. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 7 (2) : 100-111.

Saputra, A., Setijaningsih, L., Yosmaniar dan Prihadi T.H. 2017. Distribusi Nitrogen dan Fosfor pada Budidaya

Ikan Gabus (*Channa striata*) dengan Aplikasi Ecebg Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Probiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(4): 379-388.

Savitri, A., Hasani Q., Tarsim. 2015. Pertumbuhan Ikan Patin Siam (*Pangasiusnodon hypophthalmus*) yang Dipelihara Dengan Sistem Bioflok pada *Feedeng Rate* yang Bebeda. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 4(1): 454-460.

Sukardi, P., Soedibya, P.H.T dan Pramono, T.B. 2018. Produksi Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Bioflok Dengan Sumber Karbohidrat Berbeda. AJIE-*Asian Journal of Innovation and Enterpreneurship*. 3(2): 198-203.

Supomo, S., Cania, M., Kurnia, W.Z., C.U dan Sapto, D. 2022. Performance of Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultured on Green Water and Brown Water Bioflok System. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 132-140.

Tendencia, E.A., Verdegem, M.C.J dan Bosma, R.H. 2013. Greenwater system: Benefit, Mechanisms, and Challenges. Website. https://edepot.wur.nl/2 92767

Treece, G.D., 2019. Introduction, in: Sustainable Biofloc Systems for Marine Shrimp. *Elsevier*, 10(1): 1–17.

Widyantoro, H., Wijayanti, M dan Dwinanti, S.H. 2018. Modifikasi Media *Spirulina platensis* sebagai Upaya Pemanfaatan Air Limbah Budidaya Ikan Lele. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 6(2): 153-164.

Yep, B and Zheng Y. 2019. Aquaponic Trends and Challenges – a Review. *J. Clean*. Prod. 228: 1586–1599.

Supono. 2015. *Manajemen Lingkungan untuk Akuakultur*. 20-60 Plantaxia, Yogyakarta.

Buwono, NR dan Nurhasanah RQ. 2016. Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. Pada Skala Kultur yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10 (1): 35-46.

Putra, I., Tang, UM., Fauzi, M and Muchlisin, Z. 2017. Growth performance and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* fed a commercial diet and reared in the biofloc system enhanced with probiotic. *F1000 Research*. 6(1545): 1-7.