



AQUAWARMAN

JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI AKUAKULTUR

Alamat : Jl. Gn. Tabur. Kampus Gn. Kelua. Jurusan Ilmu
Akuakultur Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas
Mulawarman

Penambahan Betaine Pada Pakan Buatan Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Benih Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*)

*Addition of Betaine Artificial Feed on the Survival Rate and Growth of Green
Catfish (*Hemibagrus nemurus*)*

Samsul Riadi¹⁾, Isriansyah²⁾, Komsanah Sukarti³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

²⁾³⁾Staf Pengajar Jurusan Akuakultur Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

Abstract

This study aims to analyze survival, growth, feed efficiency and feed conversion ratio and determine the appropriate dose of betaine addition to green catfish fry. This study used a completely randomized design (CRD) consisting of four treatments and three replications. Treatment of artificial feeding with the addition of betaine 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75% per weight of feed. The results showed that the addition of different doses of betaine to artificial feed given to green catfish fry showed a significant effect on total length growth, absolute weight growth ($P < 0.05$), but did not have a significant effect on survival rate for green catfish fry ($P > 0.05$). The results of this study also showed that the addition of 0.75% betaine produced the highest values for total length growth, absolute weight growth and survival rate.

*Keywords: Green Catfish (*Hemibagrus nemurus*), Betaine, Survival Rate, Growth*

1. PENDAHULUAN

Ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) merupakan ikan spesifik lokal Indonesia yang banyak hidup di perairan tawar. Daerah yang paling disukai ikan baung adalah perairan yang tenang seperti di rawa-rawa, danau, waduk dan perairan tenang lainnya (Gustiano et al., 2015). Ikan baung memiliki nilai ekonomis yang tinggi, peneliti mendapatkan informasi harga jual ikan baung berkisar Rp. 50.000 - Rp.65.000/kg di pasar Segiri kota Samarinda pada tahun 2023. Nilai jual yang tinggi menjadikan ikan baung sangat potensial untuk dibudidayakan. Sampai saat ini, pemenuhan kebutuhan ikan baung masih

didominasi dari hasil tangkapan di alam, sedangkan penyediaan ikan baung ukuran konsumsi dari hasil budidaya masih terbatas.

Kendala dalam pengembangan budidaya ikan baung yaitu pertumbuhannya yang lambat. Menurut Ng et al, (2001) menyatakan bahwa ikan baung memiliki pertumbuhan yang lambat dan dapat memakan waktu hingga 1 tahun untuk mencapai ukuran yang dapat dipasarkan. Mengetahui hal tersebut, maka perlu adanya upaya untuk meningkatkan pertumbuhan ikan baung. Satu diantara caranya yaitu dengan meningkatkan kualitas pakan. Pakan memegang peranan penting dalam kegiatan budidaya ikan. Pakan yang diberikan pada

ikan dinilai baik, tidak hanya dari komponen penyusun pakan tersebut melainkan juga dari seberapa besar komponen yang terkandung dalam pakan mampu diserap dan dimanfaatkan oleh ikan dalam kehidupannya (NRC, 1993), sehingga pakan yang diproduksi belum tentu memiliki kualitas yang baik, oleh karena itu perlu dicari alternatif bahan tambahan pakan yang dapat membantu dalam proses pencernaan sehingga dapat mempercepat pertumbuhan ikan.

Selain komponen esensial, kualitas pakan berpotensi ditingkatkan dengan menambahkan bahan yang mengandung senyawa aditif. Senyawa aditif tersebut biasanya digunakan untuk tujuan tertentu, misalnya meningkatkan laju pertumbuhan, menginduksi sistem kekebalan tubuh dan mencegah stress. Salah satu senyawa aditif yang sering digunakan sebagai suplemen pakan adalah betaine. Betaine adalah turunan asam amino yang berasal dari asam amino glisin, merupakan metabolit dari jaringan tumbuhan dan hewan (Przybyl et al., 1999). Betaine mendukung pertumbuhan, perkembangan dan peningkatan aktivitas sel usus sehingga berpotensi meningkatkan pencernaan nutrient (Eklund et al., 2005; Metzler-Zebeli et al., 2009). Senyawa ini berfungsi sebagai osmolit organik untuk melindungi sel saat terkena stress atau sebagai gugus metil dalam katabolisme melalui transmetilasi untuk berbagai jalur biokimia. Di sisi lain, sebagai donor metil, betaine berpartisipasi dalam siklus metionin. Akibatnya, ini meningkatkan efisiensi pemanfaatan metionin yang juga dikenal sebagai asam amino pembatas. Dengan menambahkan betaine, efisiensi protein terkontrol dengan baik dan limbahnya dapat diminimalkan. Betaine juga dikenal sebagai atraktan yang meningkatkan minat ikan terhadap pakan sehingga dapat meningkatkan konsumsi pakan dan mengurangi pakan yang tidak dimakan (Knight et al., 2017).

Penelitian Murthy et al, (2016) menyatakan bahwa penambahan betaine dalam pakan buatan dengan dosis 0,25%

merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan, kelangsungan hidup dan tingkat konversi pakan pada ikan mas (*Cyprinus carpio*). Selain itu, penggunaan betaine dalam pakan telah diuji untuk ikan kerapu cantang (*Epinephelus fuscoguttatus*) dengan dosis 0,5% terbukti dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan dan performa pertumbuhan (La Muhamad et al., 2021). Namun, belum ada penelitian yang menggunakan penambahan betaine pada pakan buatan terhadap ikan baung.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan September hingga November 2022 yang meliputi persiapan, pelaksanaan, pengolahan data, dan hasil penelitian. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kolam Percobaan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda.

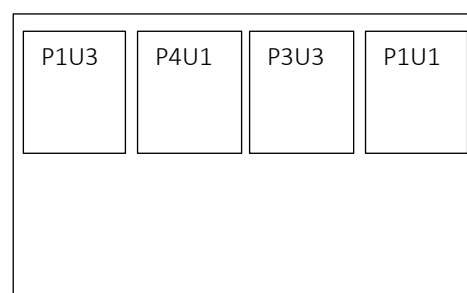
A. Rancangan Percobaan

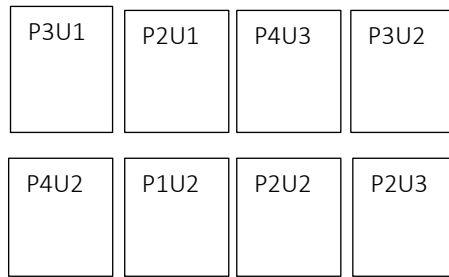
Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu penambahan betaine dengan dosis yang berbeda pada pakan tepung PF 0. Perlakuan berdasarkan penambahan betaine dengan dosis berbeda pada pakan tepung PF 0 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan penambahan betaine pada pakan tepung PF 0.

No.	Perlakuan	Pakan tepung PF 0	Dosis Betaine
1	P1	100 %	0 %
2	P2	99.75 %	0,25 %
3	P3	99.50 %	0,50 %
4	P4	99.25 %	0,75 %

Penempatan tata letak hapa hijau sebagai media penelitian dilakukan dengan cara pengundian, dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Tata letak tempat penelitian

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut :

1. Bak keramik ukuran 6 x 3 meter dibersihkan dengan menggunakan sikat hingga kotoran dan lumut yang menempel pada dinding bak keramik bersih. Lalu dibilas dengan air bersih.
2. Bak keramik yang telah dibersihkan diisi dengan air hingga mencapai ketinggian 60 cm.
3. Hapa hijau ukuran 1 x 0.5 x 0.5 meter sebanyak 12 buah dipasang di dalam bak keramik dengan cara diikatkan pada tiap sudut hapa dengan tali pada tembok bak keramik bagian luar, dan didalam hapa diberi pemberat berupa pipa yang berisi pasir dan kaca.
4. Selang aerasi dipasang di antara hapa yang bersebelahan.
5. Bak filter dipasang di atas bak keramik dilengkapi dengan lampu UV yang berfungsi untuk memfilter dan membunuh mikroorganisme yang sifatnya patogen dalam air.
6. Pompa air yang dilengkapi dengan pipa dimasukkan ke dalam bak keramik untuk membuat air mengalir ke dalam bak filter dan kembali ke dalam bak keramik.
7. Pipa pembuangan yang telah dirakit seperti huruf N dipasang pada bagian atas bak keramik yang berguna sebagai tempat keluarnya air ketika hujan.
8. Penutup hapa dibuat sesuai dengan ukuran hapa yaitu 1 x 0,5 menggunakan waring hitam dan bagian depan penutup

hapa diberi penjepit agar dapat dibuka tutup.

C. Pengolahan dan Pengolahan Data

1. Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup benih ikan dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (2002) sebagai berikut:

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

Keterangan :

SR = Survival Rate (%)

Nt = Jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah ikan yang hidup pada awal penelitian (ekor)

2. Pertumbuhan Panjang Total

Pertumbuhan panjang total dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (1997) sebagai berikut:

$$Pt = Lt - L0$$

Keterangan :

Pt = Pertumbuhan panjang total (cm)

Lt = Panjang total rata-rata akhir (cm)

Lo = Panjang total rata-rata awal (cm)

3. Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak dihitung menggunakan rumus Effendi (1997) sebagai berikut :

$$Wm = W_t - W_0$$

Keterangan :

Wm = Pertumbuhan berat mutlak (g)

W_t = Berat ikan akhir (g)

W₀ = Berat ikan awal (g)

4. Pengukuran Kualitas Air

Data penunjang merupakan pengukuran parameter kualitas air yang dilakukan untuk mengetahui kondisi media pemeliharaan penelitian dan sebagai data penunjang selama penelitian. Pengukuran parameter kualitas air meliputi pH, DO, Suhu, dan amonia.

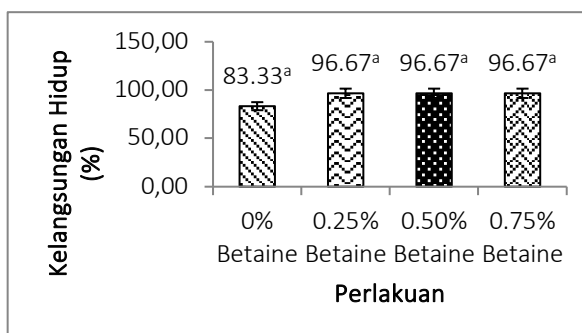
5. Analisis Data

Data hasil penelitian berupa data kelangsungan hidup, pertumbuhan panjang total, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan dan rasio konversi pakan dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Data terlebih dahulu diuji homogenitasnya dengan uji Barlett. Jika perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata, dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) dengan taraf nyata 5%. Pengolahan data pengujian statistik ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft excel 2010 dan SPSS versi 24.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kelangsungan Hidup

Berdasarkan hasil pengamatan kelangsungan hidup benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) yang dipelihara selama 60 hari dapat dilihat nilai rata-rata kelangsungan hidup setiap perlakuan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kelangsungan hidup benih ikan baung (%). Keterangan: Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P > 0,05$).

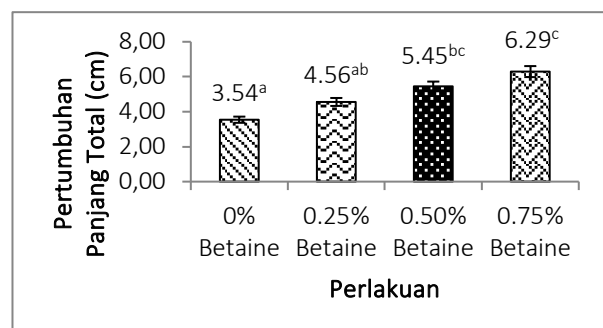
Berdasarkan Gambar 2 nilai rata-rata kelangsungan hidup yang diperoleh selama penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 2 (dosis betaine 0,25%), perlakuan 3 (dosis betaine 0,50%) dan perlakuan 4 (dosis betaine 0,75%) menunjukkan nilai kelangsungan hidup tertinggi (96,67%) daripada perlakuan 1 (83,33%). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan betaine dengan dosis berbeda pada pakan

buatan tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kelangsungan hidup benih ikan baung.

Kelangsungan hidup merupakan presentase ikan yang hidup dari jumlah ikan yang dipelihara selama masa pembesaran dalam suatu wadah. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Ali dan Al-Faragi (2017) yang menyatakan bahwa penambahan betaine tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap kelangsungan hidup benih ikan mas. Penelitian Aryani et al, (2013) juga menyimpulkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada kelangsungan hidup ikan baung dengan pemberian pakan buatan. Berdasarkan pengamatan selama penelitian kematian benih ikan baung salah satunya disebabkan oleh sifat kanibalisme dari ikan baung. Menurut Wang et al, (2000) menyatakan bahwa kelangsungan hidup benih ikan terjadi akibat perilaku agresif ikan yang menyebabkan ikan lainnya mengalami luka yang akhirnya menyebabkan kematian.

B. Pertumbuhan Panjang Total

Hasil penelitian dari penambahan betaine pada pakan buatan terhadap pertumbuhan panjang benih ikan baung yang dipelihara selama 60 hari dapat dilihat nilai rata-rata pertumbuhan panjang setiap perlakuan pada Gambar 3.



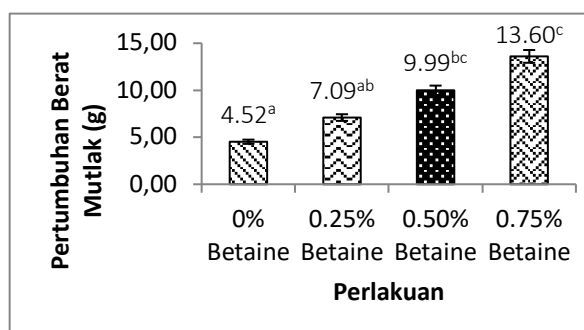
Gambar 3. Pertumbuhan panjang total benih ikan baung (cm). Keterangan: Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P > 0,05$).

Hasil analisis ragam dan uji DMRT menunjukkan bahwa penambahan betaine dengan dosis berbeda pada pakan buatan

memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang benih ikan baung ($P < 0,05$). Berdasarkan grafik rata-rata di atas pertambahan panjang benih ikan baung pada perlakuan 4 (dosis betaine 0,75%) dengan nilai 6,29 cm memiliki pertumbuhan panjang tertinggi kemudian diikuti perlakuan 3 (dosis betaine 0,50%) dengan nilai 5,45 cm, perlakuan 2 (dosis betaine 0,25%) dengan nilai 4,56 cm dan perlakuan 1 (dosis betaine 0%) dengan nilai 3,54 cm menunjukkan nilai rata-rata terendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang total pada perlakuan penambahan betaine dengan dosis berbeda menunjukkan peningkatan dibandingkan perlakuan tanpa penambahan betaine, diduga bahwa penambahan betaine pada pakan buatan dengan dosis berbeda dapat mempengaruhi pertumbuhan panjang benih ikan baung tersebut. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan tersebut juga menunjukkan bahwa semakin meningkat penambahan betaine pada pakan akan menghasilkan pertumbuhan panjang yang semakin meningkat.

C. Pertumbuhan Berat Mutlak

Pemberian pakan buatan dengan penambahan betaine dosis yang berbeda pada benih ikan baung menunjukkan hasil pertumbuhan berat yang berbeda dan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pertumbuhan berat mutlak benih ikan baung (g). Keterangan: Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P > 0,05$).

Pertumbuhan berat pada ikan baung berdasarkan grafik di atas menunjukkan

bahwa perlakuan 4 (dosis 0,75% betaine) memiliki pertumbuhan berat tertinggi dengan nilai 13,60 g, kemudian diikuti perlakuan 3 (dosis 0,50% betaine) dengan nilai 9,99 g, perlakuan 2 (dosis 0,25% betaine) dengan nilai 7,09 g dan nilai pertumbuhan berat terendah pada perlakuan 1 (dosis 0% betaine) dengan nilai 4,52 g. Hasil analisis ragam dan uji DMRT menunjukkan bahwa penambahan betaine dengan dosis berbeda pada pakan buatan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan berat benih ikan baung ($P < 0,05$).

Secara keseluruhan pertumbuhan berat benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan nilai rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan 4 dengan penambahan dosis betaine 0,75% pada pakan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan pakan dengan penambahan betaine memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan betaine (0%). Berdasarkan hasil analisis ragam dan uji DMRT pada pertumbuhan berat mutlak dan laju pertumbuhan spesifik menunjukkan bahwa penambahan betaine pada pakan terhadap pertumbuhan berpengaruh yang berbeda nyata. Hal ini sesuai dengan pernyataan Abdelsattar et al, (2019) bahwa betaine berpengaruh dalam kinerja pertumbuhan ikan, dan diperkuat lagi oleh pernyataan Othman et al, (2015) bahwa penambahan betaine berpengaruh pada laju pertumbuhan spesifik ikan kerapu. Dari hasil pengamatan secara langsung menunjukkan bahwa ikan baung lebih agresif saat diberi pakan dengan penambahan 0,75% betaine dibandingkan dengan perlakuan lainnya selama masa penelitian. Ini menunjukkan bahwa betaine mampu meningkatkan palatabilitas pakan yang diinduksi oleh bau dan rasa. Menurut Virtanen et al, (1994), betaine adalah zat penarik yang digunakan untuk meningkatkan asupan makanan dan promotor pertumbuhan untuk beberapa spesies ikan dan krustasea. Selain itu, betaine juga dapat meningkatkan rasa lezat pakan untuk mendorong konsumsi pakan, waktu

konsumsi pakan yang singkat, meningkatkan pemanfaatan pakan dan mengurangi polusi air.

Penambahan betaine mendukung pertumbuhan dengan mengoptimalkan asupan nutrisi, mulai dari menginduksi nafsu makan ikan (El-Hussenny et al., 2008) hingga proses pemanfaatan nutrisi dalam pencernaan untuk mencapai kebutuhan protein (Ratriyanto et al., 2009). Betaine dapat memfasilitasi sintesis metionin, karnitin, fosfatidilkolin dan keratin yang dapat meningkatkan metabolisme protein, lipid dan energi (Figueroa-Soto dan Valenzuela-Soto 2018). Keterlibatan betaine dalam siklus metionin dipengaruhi oleh kadar homosistein karena metionin dihasilkan dari perubahan homosistein setelah mendapat donor metil dari betaine (Lin et al., 2020). Keberadaan metionin dalam tubuh ikan sangat penting karena metionin memegang peranan sebagai asam amino pembatas utama (Craig et al., 2017); merupakan dasar dalam pembentukan keratin, karnitin, glutathione (Andri et al., 2020); dan taurin (Jusadi et al., 2012) yang sangat bermanfaat dalam tubuh ikan. Kurangnya asupan metionin pada pakan dapat menghambat pertumbuhan (Wang et al., 2016), sedangkan metionin berlebihan tidak dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan (Gao et al., 2019).

D. Parameter Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas air

Waktu	Parameter Kualitas Air			
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	Amonia (mg/l)
Pagi	25-28	6,8-8,3	5-7,8	0,015-0,090
Sore	27-30	7,0-8,5	5-7,8	

Selama masa pemeliharaan dilakukan pengukuran terhadap beberapa parameter kualitas air yang merupakan salah satu yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup

dan pertumbuhan benih ikan baung. Kualitas air diperhatikan dengan cara meresirkulasi air dengan bak filter yang diberi lampu UV, pemberian aerasi pada wadah pemeliharaan dan pergantian air sebanyak 50% setiap 10 hari sekali untuk menjaga kualitas air tetap optimal. Parameter yang diukur selama masa penelitian adalah sebagai berikut :

1. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari. Selama pemeliharaan suhu relatif sama berkisar 25-30°C, suhu pada pagi hari yaitu berkisar 25-28°C dan suhu pada sore hari 27-30°C selama masa pemeliharaan pada bak keramik. Selama masa pemeliharaan suhu masih dapat ditoleransi oleh benih baung selama suhu tersebut tidak berubah secara drastis dalam kurun waktu yang bersamaan. Kisaran suhu tersebut masih berada pada nilai batas toleransi. Menurut Kusmini et al, (2018), nilai suhu yang optimal untuk menunjang kegiatan budidaya ikan baung berkisar 28-32°C. Suhu air yang optimal akan meningkatkan aktivitas makan ikan sehingga mempercepat pertumbuhan (Primaningtyas et al., 2015).

2. pH

Nilai pH yang didapat pada wadah pemeliharaan berkisar 6,8 - 8,5 yang masih dapat ditoleransi oleh ikan baung. Menurut Daelami (2001), keadaan pH yang dapat mengganggu kehidupan ikan adalah pH yang terlalu rendah dan pH yang terlalu tinggi. Kisaran pH tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan Harahap et al, (2015) yang menyebutkan bahwa kisaran 5 - 6 merupakan pH yang baik untuk pemeliharaan ikan baung. Meskipun demikian, selama pemeliharaan benih ikan baung pada penelitian ini benih baung masih mampu bertahan hidup.

3. Dissolved oxygen (DO)

Selama masa pemeliharaan yang telah diukur berkisar 5 - 7,8 mg/l. kisaran oksigen terlarut tersebut dapat digolongkan layak untuk kehidupan benih ikan baung. Hal ini sesuai dengan Handoyono (2010) yang menyatakan ikan baung dapat hidup dengan kandungan oksigen terlarut berkisar antara 3 - 8 mg/l. Effendi (2003) menyatakan bahwa perairan

yang digunakan untuk bidang perikanan sebaiknya memiliki konsentrasi oksigen terlarut tidak kurang dari 5 mg/l.

4. Amonia (NH₃)

Amonia merupakan hasil akhir dari metabolisme maupun sisa pakan yang tidak dimanfaatkan oleh ikan. Adapun kadar amonia yang terkandung dalam air selama penelitian berkisar 0,015 - 0,090 mg/l. Menurut Prihartono (2006) menyatakan batas kritis ikan terhadap kandungan amonia adalah 0,6 mg/l. Sedangkan menurut Kordi (2015) menyatakan bahwa nilai optimum amonia untuk budidaya ikan baung yaitu <0,1 mg/l.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada data yang diperoleh selama penelitian dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan penambahan betaine dosis berbeda pada pakan buatan yang diberikan pada benih ikan baung menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang total, pertumbuhan berat mutlak ($P < 0,05$), namun tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelangsungan hidup dari benih ikan baung ($P > 0,05$).
2. Perlakuan P4 (dosis 0,75% betaine) menghasilkan nilai tertinggi terhadap pertumbuhan panjang total, pertumbuhan berat mutlak, dan kelangsungan hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelsattar M.M., M.N. Abd. El-Ati, A.M. Abd. Allah, and A.M. Saleem. 2019. Impact of Betaine as A Feed Additive on Livestock Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality: A Review. *SVU- International Journal of Agricultural Science*. 2(1):33-42.
- Abidin, Z., M. Junaidi, Paryono, N. Cokrowati, dan S. Yuniarti. 2015. Pertumbuhan dan Konsumsi Pakan yang Diberi Pakan Berbahan Baku Lokal. *Jurnal Depik*. 4(1): 33-39.
- Ali, H. Abed and A.F. Jamal. 2017. Efficiency of Betaine and B-glucan as Feed Additives on the Growth Performance and Survival Rate of Common Carp, (*Cyprinus carpio*) Fingerlings. *Department of Pathology, College of Veterinary Medicine, University of Baghdad, Iraq*. Vol. 5(4): 27-31.
- Andri., R.P. Harahap, dan Y.A. Tribudi. 2020. Estimasi dan Validasi Asam Amino Metionin, Lisin, dan Treonin Dari Pakan Bijian Sebagai Sumber Protein Nabati. *J. Nutrisi Ternak Tropis*. 3(1):18-22
- Anggoro, S., S. Rudiyanti, dan I.Y. Rahmawati. 2013. Domestikasi Ikan Kerapu Macan, (*E. fuscoguttatus*) Melalui Optimalisasi Media dan Pakan. *Journal of Management of Aquatic Resources*. 3(2):119-127.
- Aryani, N., P.A. Niken, dan Adelina. 2013. Pertumbuhan Benih Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) Yang Diberi Kombinasi Cacing Sutra dan Pakan Buatan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol 12 (1):18-24.
- De, M., M.A. Ghaffar, Y. Bakar and S.K. Das. 2016. Effect of Temperature and Diet on Growth and Gastric Emptying Time of the Hybrid Grouper, *Epinephelus lanceolatus* × *E. fuscoguttatus*. *Aquaculture Reports*. 4:118-124.
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 162 hal.
- Effendie, I., dan Y. Hadiroseyani. 2002. Peningkatan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*) dengan Antibiotik. *Jurnal Akuakultur Indonesia* Vol 1(1): 9-13.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta. 258 hal.
- El-Husseiny, O.M., G.E. Din, M. Abd. Aziz and R.S. Mabroke. 2008. Effect of Mixed Protein Schedules Combined With Choline and Betaine on th Growth Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaquulture Research*. 39:291-300.
- Fran, Syachradjad., S. Arifin dan J. Akbar. 2011. *Pengembangan Budidaya Ikan Rawa di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan*

- Selatan. Laporan Penelitian Kerjasama Fakultas Perikanan Unlam dengan Dinas Perikanan dan Kelautan Kalimantan Selatan.
- Figueroa-Soto C.G and E.M Valenzuela-Soto. 2018. Glycine Betaine Rather than Acting Only as an Osmolyte also Plays a Role as Regulator in Cellular Metabolism. *Biochimie*. 147:89–97.
- Gao Z., X. Wang, C. Tan, H. Zhou, K. Mai and G. He. 2019. Effect of Dietary Methionine Levels on Growth Performance, Amino Acid Metabolism and Intestinal Homeostasis in Turbot, (*Scophthalmus maximus* L). *Aquaculture*. 8:53-61.
- Gustiano, R., I.I Kusmini, dan MHF Ath-thar. 2015. Mengenal Sumber Daya Genetik Ikan Spesifik Lokal Air Tawar Indonesia Untuk Pengembangan Budidaya. IPB Press, Bogor. 51 hal.
- Hadadi, A., K.T Herry, E. Wibowo, Pramono, A. Asurahman, dan E. Ridwan. 2009. Aplikasi Pemberian Maggot Sebagai Sumber Protein dalam Pakan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp.) dan Gurame (*Osphronemus gourami* Lac.) Laporan Tinjauan Hasil Tahun 2008. Balai Pusat Budidaya Air Tawar Sukabumi. 175-181 hal.
- Harahap, T.S., Mulyadi dan Rusliadi. 2015. Pemeliharaan Benih Ikan Baung (*Mystus nemurus* C.V) Dengan Sistem Bioflok Pada Sistem Resirkulasi Akuaponik. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 2(1): 1-7.
- Hernowo. 2001. Pembenihan Ikan Patin. Penebar Swadaya, Jakarta. 66 hal.
- Isnawati, N., R. Sidik, and G. Mahasri. 2015. Papaya Leaf Powder Potential to Improve Efficiency Utilization of Feed, Protein Efficiency Ratio and Relative Growth Rate in *Tilapia* (*Oreochromis Niloticus*) Fish Farming. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 7(2): 121-124.
- Jiang, D., J. Zheng, Z. Dan, Z. Tang, Q. Ai and K. Mai. 2019. Effects of Five Compound Attractants in High Plant Based Diets on Feed Intake and Growth Performance of Juvenile Turbot (*Scophthalmus maximus* L). *Aquaculture Research*. 4(1):16-21.
- Jusadi, D., A.N. Putri, M.A. Suprayudi, D. Yaniharto dan Y. Haga. 2012. Aplikasi Pemberian Taurin Pada Rotifer Untuk Pakan Larva Ikan Kerapu Bebek, (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 12(1):73–82.
- Knight, L.S., Q. Piibe, I. Lambie, C. Perkins, and C.H. Yancey. 2017. Betaine in the Brain: Characterization of Betaine Uptake, Its Influencer on Other Osmolytes and Its Potential Roley in Neuroprotection From Osmotic Stress. *Neurochemical Research* 42: 3490-3503.
- Kordi, M. G. H. 2005. Budidaya Ikan Patin : Biologi, Pembenihan dan Pembesaran. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 170 hal.
- La Muhamad, I., M. Setiawati, Wiyoto, dan J. Ekasari. 2021. Suplementasi Betaine Pada Pakan Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Pemanfaatan Pakan Pada Juvenil Ikan Kerapu Cantang (*Epinephelus lanset* x *Epinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 20(1): 24-33.
- Lin, J., C. Zhang, K. Lu, K. Song, L. Wang. 2020. Effect of Guanidinoacetic Acid and Betaine Supplementation in Soybean Meal-based Diets on Growth Performance, Muscle Energy Metabolism and Methionine Utilization in the Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*). *Aquaculture*. 73:61-67.
- Megawati, R.A., M. Arief, dan M.A. Alamsjah. 2012. Pemberian Pakan Dengan Kadar Serat Kasar Yang Berbeda Terhadap Daya Cerna Pakan Pada Ikan Berlambung dan Ikan Tidak Berlambung. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4(2): 187-192.
- Melianawati, R., dan P.T. Imanto. 2004. Pemilihan Pakan Alami Larva Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sebae*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 10(1) ; 21-24.
- Metzler-Zebeli, B. U., M. Eklund, and R. Mosenthin. 2009. Impact of Osmoregulatory and Methyl Donor Functions of Betaine on Intestinal Health and Performance in Poultry. *World's Poultry Science Journal*. 65 (3), 419-442.

- Millamena, O.M., R.M Colloso and F.P Pascual. 2002. Nutrition in Tropical Aquaculture. Essentials of Fish Nutrition, Feeds and Feeding of Tropical Aquatic Species. 280pp.
- Murthy, H.S., A. Manai, and P. Prakash. 2016. Effect of Betaine Hydrochloride as Feed Attractant on Growth, Survival and Feed Utilization of Common carp, (Cyprinus carpio). Department Of Aquaculture, Animal And Fisheries Sciences University, India. Vol. 4(3): 11-12.
- Ng, W. K., S. C. Soon, and R. Hashim. 2001. The Dietary Protein Requirement of A Bagrid Catfish, *Mystus nemurus* (Cuvier and Valenciennes), Determined Using Semipurified Diets of Varying Protein Level. *Aquaculture Nutrition*. 7(1): 45-51.
- Novriadi, R. 2019. Pengaruh Reduksi Tepung Ikan. *Info Akuakultur*. (49): 24-27.
- NRC(National Research Council). 1993. Nutrient Requirements of Warm Water Fishes and Shellfishes. (Rev .Ed) National Academy of Science Press. Washington DC. 114 pp.
- NRC (National Research Council). 2011. Proteins and Amino Acids. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academy Press, Washington, D.C. 101pp.
- Othman. A.R., G. Kawamura, S. Senoo, and F.F. Ching. 2015. Effects of Different Salinities on Growth, Feeding Performance and Plasma Cortisol Level in Hybrid TGGG (Tiger grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* x Giant grouper, *Epinephelus lanceolatus* juveniles. *International Research Journal of Biological Sciences*. 4:15-20.
- Prihartono, E, R. 2006. Permasalahan Goerami dan solusinya. Penebar Swadaya. Jakarta. 82 hlm.
- Primaningtyas, AW., S. Hastuti dan Subandiyono. 2015. Performa Produksi Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Yang Dipelihara Dalam Sistem Budidaya Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 4(4): 51-60.
- Przybyl, A., J. Mazurkiewicz, M. Madziar, and M. Hallas. 1999. Effect of Betaine Addition on Selected Indices of Carp Fry Rearing in Ponds. *Archive of Polish Fisheries*; 7(2):321-328.
- Ridwan, dan A.P. Idris. 2014. Analisis Kecernaan dan Pemanfaatan Nutrien Pakan Yang Mengandung Tepung Kepala Udang Pada Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Galung Tropika*. 3(2):31–43.
- Ratriyanto A., R. Mosenthin, E. Bauer and M. Eklund. 2009. Metabolic, Osmoregulatory and Nutritional Functions of Betaine is Monogastric Animals. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* 22:1461–1476.
- Roberts T. 1989. The freshwater fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia). California Academic of Science. San Fransisco.
- Ruiyana., L. Anadi dan L. Nadia. 2016. Studi Morfometrik Ikan Kuweh (*Caranx sexfaciatus*) di Perairan Desa Bajo Indah Kecamatan Soropia Kabupaten Konawe. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*. 1(4):391-403.
- Suhenda, N. 2010. Penentuan Awal Pemberian Pakan Untuk Mendukung Sintasan dan Pertumbuhan Larva Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, Bogor. Hal 61-65.
- Tacon, A. G. J. 1987. The Nutrition and Feeding on Farmed Fish and Shrimp. A Training Manual Food and Agriculture of United Nation Brazilia. Brazil. 155-183pp.
- Tang, U.M. 2003. Teknik Budidaya Ikan Baung (*Mystus nemurus*). Kanasius, Yogyakarta. 84 hal.
- Virtanen, E., R. Hole, J.W. Resink, K.E. Slining and M. Junnila. 1994. Betaine or Amino Acid Additive Enhances the Seawater Performance of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Feed Standard Fiss-Meal-Based Diets. *Aquaculture*. 124-220p.
- Wang, Y., Y. Cui, Y. Yang and F. Cai. 2000. Compensatory Growth in Hybrid Tilapia, *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* reared in Seawater. *Aquaculture*, 189: 101-108p.

- Wang, Z., K. Mai, W. Xu, Y. Zhang, Y. Liu and Q. Ai. 2016. Dietary Methionine Level Influences Growth and Lipid Metabolism Via GCN2 Pathway in Cobia, (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*. 454:148–156.
- Yanti, Z., Z.A. Muchlisin, dan Sugito. 2013. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Beberapa Konsentrasi Tepung Daun Jaloh (*Salix tetrasperma*) Dalam Pakan. *Depik*, 2(1): 16-19.
- Zonneveld, N., E. A. Huisman, dan J.H. Boon. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 hal.