

ANALISIS EFEK SUPLEMENTASI ENZIM PAPAIN DALAM PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KESEJAHTERAAN IKAN BETOK (*ANABAS TESTUDINEUS*) DALAM SISTEM RESIRKULASI DENGAN BERBAGAI KONSENTRASI

Seffiani Dwi Azmi

Universitas Riau, Indonesia
Email : seffiani97@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan dosis optimal papain dalam pakan komersial yang dapat meningkatkan pertumbuhan ikan betok (*Anabas testudineus*). Penelitian ini menggunakan ember hitam berbentuk bulat dengan volume 200 liter dan kepadatan penyebaran 20 ekor per ember atau 400 ekor per meter kubik. Metode eksperimental yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, lima perlakuan, dan tiga kali ulangan. Variasi perlakuan meliputi pemberian pakan yang mengandung enzim papain dengan dosis berbeda, yaitu tanpa penambahan (P0), penambahan 1,25% (P1), penambahan 2,25% (P2), penambahan 3,25% (P3), dan penambahan 4,25% (P4) per kilogram pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap berat mutlak, panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, dan aktivitas enzim, sementara tidak ada pengaruh signifikan ($P > 0,05$) terhadap tingkat kelangsungan hidup. Perlakuan P3 menunjukkan hasil terbaik dengan berat mutlak $4,70 \pm 0,18$ gram, panjang mutlak $2,0 \pm 0,20$ sentimeter, laju pertumbuhan spesifik $2,21 \pm 0,02\%$ per hari, tingkat kelangsungan hidup 100%, rasio konversi pakan $1,26 \pm 0,03\%$, dan aktivitas enzim sebesar $0,0716 \pm 0,0007$ IU/mL. Pertumbuhan berat rata-rata kangkung mencapai 60,08 gram dan panjang rata-rata kangkung 100,4 sentimeter pada perlakuan P1.

Kata Kunci : Enzim Papain, Resirkulasi

PENDAHULUAN

Ikan betok (*Anabas testudineus*) adalah salah satu jenis ikan yang berasal dari daerah Banjar, Kalimantan Selatan, dan sering disebut sebagai ikan papuyu yang termasuk dalam Famili Anabantidae. Ikan betok memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan populer di kalangan masyarakat karena memiliki rasa yang lezat. Karena alasan ini, ikan ini memiliki potensi yang besar untuk dibudidayakan (Husain dkk, 2022). Selain itu, ikan betok juga sering dijadikan target pancingan dan menjadi objek hias yang diminati di Eropa (Kuncoro, 2009).

Salah satu kendala dalam budidaya ikan betok adalah pertumbuhan ikan betok yang cukup lambat sehingga untuk mencapai ukuran panjang 8 - 10 cm dan bobot 15 - 16 g memerlukan waktu 6-7 bulan (Ndobe, 2020). Maka diperlukan metode atau teknologi untuk merangsang pertumbuhan ikan betok. Salah satu alternatif yang dapat mempercepat pertumbuhan ikan betok adalah dengan menyuntikkan enzim ke dalam pakan buatan, seperti enzim papain sebagai contohnya.

Enzim papain memiliki keunggulan dibanding enzim proteolitik lainnya, terutama dalam ketahanannya terhadap suhu tinggi, sekitar 60-70°C, dan rentang pH yang luas, yakni 5 hingga 7,5. Enzim ini juga memiliki sifat antibakteri dan antijamur yang berguna dalam berbagai aplikasi, termasuk industri pakan ikan. Kemampuannya dalam memecah ikatan peptida dalam protein memungkinkan proses hidrolisis substrat dengan efisiensi tinggi, menjadikannya pilihan yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas pakan dan pertumbuhan ikan (Rachmawati, 2016).

Pentingnya menjaga kualitas air bagi pertumbuhan ikan telah menjadi perhatian utama. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan menerapkan sistem resirkulasi akuaponik dalam pengelolaan lingkungan akuakultur. Sistem ini tidak hanya membantu menjaga keseimbangan biologis dalam air, tetapi juga memastikan stabilitas suhu, distribusi oksigen yang memadai, dan mengurangi penumpukan bahan beracun hasil metabolisme (Mulyadi et al., 2014).

Konsep akuaponik semakin populer dalam pertanian akuakultur modern. Dengan menggunakan kotoran ikan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman, sementara tanaman membersihkan dan memperkaya air untuk kehidupan ikan, sistem ini menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan kesehatan kedua organisme tersebut (Mulyono dan Ritonga, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi pemberian enzim papain dalam pakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan betok dalam lingkungan akuaponik. Diharapkan pemahaman yang diperoleh dari interaksi antara ikan, tanaman, dan kualitas air dapat memberikan wawasan baru dalam pengembangan teknik budidaya yang berkelanjutan dan efisien.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni hingga Juli 2023 di Hatchery dan Laboratorium Teknologi Budidaya Perikanan (TBD) Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Provinsi Riau. Untuk melaksanakan penelitian ini, bahan yang digunakan meliputi 300 ekor benih ikan betok dengan ukuran sekitar 6-7 cm, enzim papain yang merupakan enzim protease yang terdapat dalam getah pepaya, air tawar yang diperoleh dari sumur bor, dan pakan komersial dengan kandungan protein 39%, lemak 5%, kadar abu 12%, serat kasar 6%, dan kadar air 10%.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen Rancangan Acak lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan, sehingga didapatkan 15 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

P0 = 0%/kg pakan

P1 = 1,25%/kg pakan

P2 = 2,25%/kg pakan

P3 = 3,25%/kg pakan

P4 = 4,25%/kg pakan.

Prosedur Penelitian

Persiapan Wadah

Wadah yang dipergunakan dalam eksperimen ini adalah ember berwarna hitam berbentuk bulat dengan kapasitas 100 liter dan kepadatan 20 ekor per wadah atau 400 ekor per meter kubik (Syulfia 2015). Persiapan wadah dimulai dengan mencuci wadah penelitian, kemudian mengisinya dengan air dan menambahkan PK. Wadah kemudian dibiarkan selama 24 jam sebelum dibilas dengan air bersih hingga sisa PK hilang, lalu diisi kembali dengan air. Air yang digunakan telah diendapkan selama sekitar 3 hari. Filter talang air yang dilengkapi dengan tanaman akuaponik dipasang pada setiap wadah penelitian. Penempatan wadah dilakukan secara acak dan diberi label sesuai dengan perlakuan.

Sistem resirkulasi yang digunakan terbuat dari talang air berukuran 100 x 13,5 x 10,5 cm sebagai tempat tanaman dan sistem resirkulasi air. Setiap wadah akan dilengkapi dengan 1 talang air yang memiliki 10 lubang dengan jarak 5 cm antara lubang. Ember dan talang dirakit agar sistem pemeliharaan dapat beroperasi dengan baik. Pompa air berkekuatan 32 watt dipasang pada wadah pemeliharaan untuk mengalirkan air dari wadah ke talang air yang berisi tanaman kangkung, kemudian air kembali mengalir ke wadah pemeliharaan.

Untuk persiapan tanaman, biji kangkung ditanam pada rockwool berukuran 3x3 cm yang sudah dilubangi menggunakan lidi. Setelah ditanam, biji disiram setiap hari dan diletakkan di bawah sinar matahari untuk pertumbuhan yang optimal. Benih yang dipilih adalah yang berkualitas baik (tidak cacat) dan telah berkecambah dengan tinggi tanaman sekitar 5-6 cm serta memiliki 3 helai daun. Setiap bibit kemudian dipindahkan ke dalam netpot dan ditempatkan pada setiap talang air. Kepadatan tanaman yang digunakan adalah 10 bibit per wadah (Supendi 2015).

Persiapan Pakan

Dosis papain yang digunakan dalam tiap perlakuan adalah 0 g, 12,5 g, 22,5 g, 32,5 g, dan 42,5 g per kilogram pakan. Untuk mencampur 1 gram papain, dicampurkan dengan 10 mL air dan 5 gram progol per kilogram pakan. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam sprayer dan diaduk hingga

merata, sehingga menjadi campuran homogen. Setelah merata, campuran disemprotkan ke pakan uji dan dikeringkan selama 15 menit sebelum siap diberikan kepada ikan uji sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan. Pembuatan pakan dilakukan setiap 3 hari dengan prosedur yang sama. Metode ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Sembiring (2019).

Pemeliharaan Ikan Uji

Penebaran benih ikan pada wadah penelitian, ikan uji diseleksi terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam wadah penelitian yang mana ikan dilihat berdasarkan ukuran tubuh 6-7 cm, pergerakannya yang aktif, dan tidak cacat. Kemudian ikan uji diukur dan ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik untuk mengambil data panjang serta bobot ikan sebelum diberikan perlakuan. Ikan ditebar pada wadah penelitian dengan padat tebar 20 ekor/wadah atau 400 ekor/m³. Ikan betok diberi makan 3 kali sehari yaitu pada pukul 07.00, 12.00, 17.00 WIB. Pemberian pakan pada ikan sebanyak 5% dari bobot biomasa ikan yang mengacu pada penelitian Maiyulianti (2017).

Parameter yang diukur Pertumbuhan Bobot Mutlak (Wm)

Perhitungan pertumbuhan bobot mutlak dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1979) sebagai berikut:

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan:

Wm : Pertumbuhan bobot mutlak (g)

Wt : Bobot rata-rata pada waktu akhir penelitian (g)

Wo : Bobot rata-rata awal penelitian (g)

Pertumbuhan Panjang Mutlak (Lm)

Pertumbuhan panjang mutlak dihitung dengan menggunakan rumus Roundsefell dan Everhart (1962) sebagai berikut:

$$Lm = Lt - Lo$$

Keterangan:

Lm : Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

Lt : Panjang rata-rata akhir penelitian (cm)

Lo : Panjang rata-rata awal penelitian (cm)

Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS)

Laju pertumbuhan harian benih ikan betok dihitung dengan rumus menurut Zonneveld et al. (1991) sebagai berikut:

$$LPS = \frac{Ln Wt - Ln Wo \times 100\%}{t}$$

Keterangan:

LPS: Spesifik growth rate (%/hari)

Wt : Bobot rata-rata ikan uji pada akhir penelitian (g)

Wo : Bobot rata-rata ikan uji pada awal penelitian (g)

t : Lama penelitian (hari)

Tingkat Kelulushidupan (SR)

Tingkat kelulushidupan ikan dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1997):

$$SR = \frac{NT}{NO} \times 100\%$$

Keterangan:

SR : Derajat kelangsungan hidup (%)

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

No : Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Rasio Konversi Pakan (FCR)

Perhitungan rasio konversi pakan dilakukan dengan menggunakan rumus dari NRC (1977), yaitu:

$$FCR = \frac{F}{(Wt + D) - Wo}$$

Keterangan:

FCR : Rasio konversi pakan

Wo : Bobot biomassa hewan uji pada awal penelitian (g)

Wt : Bobot biomassa hewan uji pada akhir penelitian (g)

D : Jumlah bobot hewan uji yang mati (g)

F : Jumlah pakan yang diberikan (g)

Aktivitas Enzim (UA)

Aktivitas enzim dihitung dengan rumus menurut Bergmeyer et al. (1983):

$$UA = \frac{ABsp - ABbl \times FP \times 1 Abst - ABbl}{t}$$

Keterangan:

UA : Jumlah enzim yang dapat menghasilkan 1 μ mol tirosin per menit (IU mL⁻¹).

ABsp : Absorbansi sampel

ABbl : Absorbansi blanko

ABst : Absorbansi standar

FP : Faktor koreksi

t : Waktu inkubasi

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati mencakup suhu dan tingkat keasaman (pH). Pengukuran dilakukan setiap kali pengambilan sampel air. Kadar oksigen terlarut (DO) dan konsentrasi amonia diukur pada awal dan akhir periode penelitian

Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan disusun dalam tabel dan dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik SPSS, termasuk Analisis Ragam (ANOVA), untuk mengevaluasi apakah perlakuan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan bobot mutlak (g), pertumbuhan panjang mutlak (cm), laju pertumbuhan spesifik (%/hari), rasio konversi pakan, dan kelulushidupan benih ikan betok (%). Jika hasil uji statistik menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) antara perlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Studi Newman Keuls. Data mengenai kualitas air yang diukur juga disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata bobot mutlak, panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, tingkat kelulushidupan, rasio konversi pakan, aktivitas enzim, dan kualitas air pada setiap perlakuan memiliki pengaruh yang berbeda-beda antara satu perlakuan dengan yang lain ($P < 0,05$), informasi lebih lanjut tertera dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pertumbuhan Bobot Mutlak, Panjang Mutlak, Laju Pertumbuhan Spesifik, Tingkat kelulushidupan dan Rasio Konversi Pakan Ikan Baung

Parameter	Perlakuan				
	Kontrol	P1	P2	P3	P4
Wm	1,26±0,18 ^a	2,58±0,06 ^b	2,94±0,14 ^c	4,70±0,18 ^e	3,59±0,13 ^d
Lm	0,5±0,05 ^a	1,2±0,10 ^b	1,3±0,10 ^b	2,0±0,20 ^c	1,4±0,05 ^b
LPS	1,77±0,00 ^a	1,99±0,02 ^b	2,00±0,05 ^b	2,21±0,02 ^d	2,09±0,03 ^c
SR	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a
FCR	3,09±0,47 ^c	1,95±0,11 ^b	1,91±0,12 ^b	1,26±0,03 ^a	1,54±0,08 ^{ab}

Ket: Wm= Bobot Mutlak, Lm= Panjang Mutlak, LPS= Laju Pertumbuha Spesifik, SR= Kelulushidupan dan FCR= Rasio Konversi Pakan

Berdasarkan hasil yang terdapat pada Tabel 1, dapat diamati bahwa terdapat perbedaan signifikan ($P < 0,05$) dalam bobot mutlak, panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan rasio konversi pakan, sedangkan untuk tingkat kelulushidupan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$). Penambahan enzim papain pada pakan telah terbukti meningkatkan pertumbuhan panjang rata-rata ikan betok, kemungkinan karena dosis yang efektif dari enzim tersebut mampu memanfaatkan pakan dengan lebih baik, didukung oleh aktivitas protease papain dalam pakan.

Pakan yang telah diperkaya dengan enzim papain juga mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik pada ikan betok. Dengan bantuan enzim papain, pakan dapat diubah menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana, memungkinkan ikan untuk memanfaatkannya secara lebih efisien untuk pertumbuhan. Penambahan enzim papain juga berdampak pada kualitas pakan, yang tercermin dalam rasio konversi pakan yang rendah, menunjukkan kualitas pakan yang baik.

Enzim papain memiliki keunggulan, seperti ketahanannya terhadap suhu panas dan rentang pH tertentu, serta sifat antibakteri dan antijamur. Pengamatan selama penelitian menunjukkan bahwa ikan betok yang menerima suplemen enzim papain menunjukkan aktivitas yang lebih tinggi dan respon yang lebih baik terhadap pakan, menandakan kesehatan yang lebih baik.

Faktor kelulushidupan ikan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik biotik maupun abiotik. Faktor biotik mencakup umur dan kemampuan ikan untuk beradaptasi, sementara faktor abiotik mencakup ketersediaan pakan dan kualitas air (Siregar & Adelina, 2009).

Jumlah Enzim

Jumlah enzim protease ikan betok yang dipelihara selama 40 hari dan diberikan pakan komersil dengan dosis enzim yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Enzim Ikan Betok (*Anabas testudineus*)

Perlakuan	Jumlah Enzim (IU/mL)	
	Awal	Akhir

P0	0,0290	0,0290±0,001 ^a
P1	0,0290	0,0511±0,004 ^b
P2	0,0290	0,0604±0,002 ^c
P3	0,0290	0,0716±0,0007 ^d
P4	0,0290	0,0676±0,002 ^d

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa memberikan pakan yang mengandung enzim dengan dosis yang berbeda memiliki pengaruh signifikan terhadap aktivitas enzim ikan betok ($P < 0,05$). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh peningkatan dosis enzim yang mengakibatkan peningkatan kadar enzim dalam tubuh ikan.

Keberadaan enzim protease menjadi indikator biologis terhadap kemampuan pencernaan ikan. Semakin banyak pakan yang dikonsumsi oleh ikan, semakin banyak substrat untuk enzim, sehingga jumlah enzim dalam tubuh ikan meningkat.

Namun, penambahan enzim protease yang melebihi kebutuhan ikan dapat memiliki dampak negatif pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Ini disebabkan oleh peningkatan kandungan protein yang berlebihan dapat memengaruhi regulasi sintesis dan sekresi tripsin. Enzim bersifat katalisator spesifik yang hanya bekerja pada substrat tertentu, sehingga ketika substrat tidak tersedia, aktivitas enzim akan terhambat. Hal ini terjadi pada perlakuan dengan dosis enzim yang tinggi.

Pertumbuhan Kangkung

Hasil dari penelitian terhadap pertumbuhan bobot dan rata-rata kangkung menunjukkan adanya peningkatan dalam setiap perlakuan, informasi lebih rinci dapat ditemukan dalam Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Rata-Rata Pertumbuhan Bobot Kangkung

Perlakuan	Panen ke-1			Panen ke-2		Jumlah (g)
	0	10	20	30	40	
P0	0,83	12,11	24,66	13,68	17,71	42,37
P1	0,83	11,53	36,78	13,30	23,30	60,08
P2	0,82	11,82	30,26	17,82	21,48	51,74
P3	0,82	12,11	24,66	13,39	18,04	42,07
P4	0,82	12,16	27,07	15,45	18,64	45,71

Tabel 4. Rata-Rata Pertumbuhan Panjang Kangkung

Perlakuan	—	<u>Panen ke-1</u>		<u>Panen ke-2</u>		Jumlah
	0	10	20	30	40	(cm)
P0	6	21,1	45,2	18,0	39,0	84,2
P1	6	19,8	57,1	18,2	43,3	100,4
P2	6	21,8	49,5	19,3	42,9	92,4
P3	6	20,1	44,5	17,8	36,7	81,2
P4	6	22,5	47,1	22,2	41,7	88,8

Menurut penelitian Hasanah et al. (2017), enzim tidak hanya memaksimalkan penyerapan protein, tetapi juga mengurangi jumlah sisa metabolisme yang dihasilkan oleh ikan, menghasilkan feses yang lebih sedikit dan mengurangi konsentrasi amoniak dalam media pemeliharaan. Penyerapan nutrisi memengaruhi pertumbuhan kangkung; jika nutrisi yang diserap oleh tanaman kurang, pertumbuhan kangkung akan terhambat. Selain itu, intensitas cahaya juga penting dalam sistem akuaponik karena dibutuhkan untuk proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman kangkung.

Kualitas Air

Beberapa parameter kualitas air yang diamati selama eksperimen mencakup tingkat keasaman (pH), suhu, kadar oksigen terlarut, dan amonia (NH₃). Informasi mengenai hasil pengukuran kualitas air dari setiap parameter selama penelitian dapat ditemukan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Pengukuran Kualitas Air Selama Penelitian

No	Parameter yang Diukur	<u>Kisaran Angka</u>				
		P0	P1	P2	P3	P4
1	Suhu (°C)	27-29,3	27,2-29,2	27,2-29,3	27,2-29,3	27,2-29,3
2	Ph	6,1-7,2	6,2-7,1	6,1-7	6,1-7,2	6,1-7,1
3	DO (mg/L)	6,1-7,1	5,8-7,4	6,1-7,2	6,0-7,5	6,1-7,2
4	Amoniak (mg/L)	0,0006-0,0032	0,0006-0,0029	0,0006-0,0024	0,0006-0,0014	0,0006-0,0019

Suhu air yang optimal untuk pertumbuhan ikan betok berkisar antara 25-30°C. Rentang pH yang ideal adalah 5,5-7,2, mengingat ikan betok hidup di rawa. Konsentrasi oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan ikan betok berkisar antara 6,4 hingga 8,0 mg/L. Meskipun kadar amonia cenderung meningkat pada akhir penelitian karena adanya feses ikan dan sisa pakan yang tidak dimakan serta kurangnya tanaman akuaponik, namun rentang nilai amonia selama penelitian masih dapat diterima oleh ikan, sebaiknya tidak melebihi 1 ppm.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan enzim papain pada pakan dengan dosis yang berbeda berpengaruh terhadap kinerja pertumbuhan dan kelulushidupan ikan betok (*Anabas testudineus*). Perlakuan yang menghasilkan pertumbuhan terbaik adalah dengan menambahkan enzim papain dalam pakan dengan dosis 3,25% per kilogram pakan. Dalam perlakuan ini, tercatat pertumbuhan bobot mutlak sebesar $4,70 \pm 0,18$ g, pertumbuhan panjang mutlak sebesar $2,0 \pm 0,20$ cm, laju pertumbuhan spesifik sebesar $2,21 \pm 0,02$ %, kelulushidupan mencapai 100%, FCR sebesar $1,26 \pm 0,03$ %, jumlah enzim sebesar 0,0716 IU/mL. Selain itu, pertumbuhan rata-rata kangkung juga mencapai 60,08 g dan panjang rata-rata kangkung sebesar 100,4 cm pada perlakuan tersebut (P1 dengan penambahan enzim papain sebanyak 1,25% per kilogram pakan).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad M, Fauzi. 2010. Percobaan pemijahan ikan puyu (*Anabas testudineus*). Jurnal Perikanan dan Kelautan. 15(1): 16-24.
- Arief M, Pertiwi DK, Cahyoko Y. 2011. Perumbuhan dan Rasio Konversi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dengan Penambahan Probiotik. Jurnal Universitas Sebelas Maret. Bioteknologi. 12(1): 16-21
- Bergmeyer HU, Grassl M. 1983. Methods of enzymatic analysis. 2. Verlag Chemie. Weinheim.
- Fatah K, Husnah, Zaid A. 2010. Karbon Organik Terlarut sebagai Indikator Keragaman Hayati dan Kualitas Hasil Tangkapan Ikan di Rawa Banjiran. Kementrian Kelautan dan Perikanan. Badan Riset Kelautan Perikanan. Balai Riset Perikanan Perairan Umum.
- Hasanah U, Haerudin N, Widyorini. 2017. Pengaruh Pemberian Enzim Dengan Konsentrasi Berbeda Pada Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Terhadap Konsentrasi Amoniak, Nitrik dan Sulfida Pada Media Pemeliharaan. Journal of Maquares. 6(4): 530-535.
- Husain, M. F., Limonu, M., & Antuli, Z. (2022). Karakteristik Fisikokimia Kerupuk Tepung Jagung Dengan Penambahan Daging Ikan Betok (*Anabas Testudineus*). Jambura Journal of Food Technology, 4(2), 139-148.
- Ihsanuddin I, Rejeki S, Yuniarti T. 2014. Pengaruh Pemberian rekombinan hormon pertumbuhan (Rgh) melalui metode oral dengan interval waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*). Journal of Aquaculture Management and Technology. 3(2): 92-102.
- Infantea JLZ, Cahua CL. 2007. Dietary Modulation of Some Digestive Enzymes and Metabolic Processes in Developing Marine Fish: Applications to Diet Formulation. Aquaculture. 268: 1- 14.

- Kuncoro EB. 2009. Ensiklopedia populer ikan air tawar. Lily Publisher. Yogyakarta. 134: 27-28.
- Lesmana DS. 2002. Kualitas Air untuk Ikan Hias Air Tawar. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Maiyulianti, Mulyadi, Tang UM. 2017. Pengaruh Jenis Pakan Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Benih Ikan Selais (*Cryptopterus Lais*). [Skripsi]. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Mangara U. 2009. Penggunaan Probiotik Nutrisi Simba Plus Terhadap Tingkat Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Betok (*Anabas testudineus*) yang Dipelihara Dalam Hapa. [Skripsi]. Kalimantan Selatan (tidak dipublikasikan)
- Mulyadi, Tang UM, Yani ES. 2014. Sistem Resirkulasi Dengan Menggunakan Filter yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia. 2(2) : 117-124.
- Mulyono, M., & Ritonga, L. B. (2019). Kamus Akuakultur (Budidaya Perikanan). Stp Press.
- Mustakim M. 2008. Kajian Kebiasaan makanan dan Kaitannya dengan Aspek reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus*) pada habitat yang berbeda di lingkungan danau melintang kutai Kartanegara Kalimantan Timur. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ndobe, S. (2020). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diberikan pakan komersial dengan frekuensi berbeda. KAUDERNI: Journal of Fisheries, Marine and Aquatic Science, 2(2), 133-138.
- Nelson RL. 2008. Aquaponics food production: raising fish and plants for food and profit. Montello: Nelson and Pade Inc.
- Rachmawati, Diana. 2016. Aplikasi Enzim Papain dalam Pakan Buatan Sebagai Pemacu Pertumbuhan Upaya Percepatan Produksi Ikan Lele Sangkuriang di Kawasan Kampung Lele Desa Wonosari. Jurnal Prosiding Seminar Nasional Kelautan. 6(2): 1-8.
- Rimadani, Hastuti. 2017. Pengaruh enzim papain dan probiotik dalam pakan terhadap tingkat efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gourami*). Jurnal. 1(1): 21- 30.
- Rojtinnakorn J, Rittiplang S, Tongsiri S, Chaibu P. 2012. Tumeric extract inducing growth biomarker in sand goby (*Oxyeleotris marmoratus*). 2nd International Conference on Chemical, Biological and Environment Sciences. 41-42.
- Sembiring MSB. 2019. Pengaruh Pemberian Enzim Papain pada Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) pada Sistem Resirkulasi. [Skripsi]. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Siregar YI, Adelina. 2009. Pengaruh Vitamin C Terhadap Peningkatan Hemoglobin (Hb) Darah dan Kelulushidupan Benih Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes alvitelis*). Jurnal Natur Indonesia. 1: 75-81.

- Supendi. 2015. Teknik pembesaran ikan lele (*Clariidae*) dengan sistem akuaponik. *Jurnal Aquacultur*. 13(2) : 101-106.
- Syulfia R. 2015. Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) dengan Padat Tebar yang Berbeda. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Kelutan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Taqwdasbriliani EB, Hutabarat J, Arini E. 2013. Pengaruh Kombinasi Enzim Papain dan Enzim Bromelin Terhadap Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscogutattus*). Universitas Dipenogoro, Semarang. *Journal of Aquaculture Management and Technologi*. 2(3): 76-86.
- Widodo P, Budiman U, Ningrum M. 2007. Kaji Terap Pembesaran Ikan Papuyu (*Anabas testudineus* Bloch) dengan Pemberian Kombinasi Pakan Pelet dan Keong Mas dalam Jaring Tancap di Perairan Rawa. DKP