



Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) dengan Penambahan Enzim Papain dalam Pakan

Growth and Survival Rate Of Gouramy (*Osphronemus gouramy* Lac.) With Supplementation of Papain Enzyme In Feed

Didi Sofiyandi¹, Anandita Ekasanti^{1*}, Dewi Nugrayani¹, Dewi Wisudyanti¹, Emyliana Listiowati¹

¹ *Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman*

*Corresponding mail: AEkasanti@gmail.com

Diterima: 11 Februari 2022. Disetujui : 25 Februari 2022.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) yang diberi pakan komersial dengan penambahan enzim papain. Penelitian dilaksanakan secara eksperimental berdasarkan RAL dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diteliti adalah penambahan dosis enzim papain yang berbeda yaitu 0% (kontrol), 1,5%, 2,0%, dan 2,5%. Variabel yang diteliti adalah nilai pertumbuhan mutlak dan kelangsungan hidup. Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan yang nyata terhadap kedua variabel yang diteliti. Penambahan enzim papain sebanyak 2,0% secara nyata menghasilkan pertumbuhan mutlak terbaik ikan Gurame yaitu sebesar $3,06 \pm 0,62$ g. Nilai kelangsungan hidup perlakuan kontrol, 2,0% dan 2,5% tergolong baik dan berkisar 70,00-76,67%. Namun, nilai kelangsungan hidup pada perlakuan penambahan enzim papain 1,5% tergolong sedang yaitu sebesar $33,33 \pm 15,28\%$. Enzim papain sebanyak 2,0% dapat ditambahkan ke dalam pakan komersial untuk meningkatkan pertumbuhan ikan Gurame.

Kata Kunci : enzim papain; kelangsungan hidup; *Osphronemus gouramy*; pertumbuhan mutlak

ABSTRACT

*The aims of this research were to investigate the growth and survival rate of Gouramy (*Osphronemus gouramy* Lac.) fed commercial feed with the addition of papain enzyme. This research was conducted experimentally based on CRD with 4 treatments and 3 replication. Treatments were addition of papain enzyme with different dose i.e. 0% (control), 1,5%, 2,0%, and 2,5%. Variable observed were growth rate and survival rate. The result showed that there were significant difference in both of variable observed. The addition of papain enzyme as much as 2% in pellet commercial significantly resulted in the best growth of Gouramy i.e. $3,06 \pm 0,62$ g. The survival rate values for control treatment, 2.0% and 2,5% were good and ranged from 70,00-76,67%. However, the survival rate of the 1,5% papain enzyme treatment was classified as moderate i.e. $33,33 \pm 15,28\%$. Papain enzyme as much as 2,0% could be added to commercial feeds to increase the growth of Gouramy.*

Key Words : growth; *Osphronemus gouramy*; papain enzyme; survival rate

PENDAHULUAN

Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) merupakan salah satu ikan air tawar yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dan sangat potensial untuk dibudidayakan. Di provinsi Jawa Tengah, volume produksi Gurame tahun 2018-2020 berkisar 15.852-26.151 ton dengan nilai produksi mencapai 893 juta rupiah. Namun demikian usaha budidayanya masih terkendala dengan sifat pertumbuhan Gurame yang relatif lebih lambat dibanding spesies ikan air tawar lainnya. Benih Gurame berukuran 5 cm membutuhkan waktu hingga 3 bulan untuk menaikkan pertumbuhan sebesar 0,75% (Nugraha *et al.*, 2020). Lambatnya pertumbuhan ikan bisa disebabkan belum optimalnya pemanfaatan pakan yang dikonsumsi untuk menghasilkan energi yang digunakan untuk pertumbuhan. Salah satu upaya meningkatkan pemanfaatan pakan yang mudah dilakukan adalah dengan menambahkan enzim papain dalam pakan yang diberikan.

Pakan merupakan faktor penting dalam budidaya dan berfungsi untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Pakan juga berperan sebagai penyedia energi bagi ikan untuk memacu pertumbuhannya (Firdaus & Mukti, 2021). Upaya untuk mengoptimalkan tingkat pemanfaatan pakan penting untuk dilakukan dan bermanfaat untuk usaha budidaya dan kelestarian lingkungan. Semakin baik konversi pakan akan mengurangi kehilangan nutrisi dan menurunkan biaya pakan dalam produksi budidaya (Choi *et al.*, 2016). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan enzim papain dalam pakan terhadap ikan budidaya seperti ikan Beronang (Usman *et al.*, 2014), Karper (Choi *et al.*, 2016), Mas

(Singh *et al.*, 2011; Tewari *et al.*, 2018), Nila (Rostika *et al.*, 2018), Patin (Rachmawati & Prihanto, 2019), Lele Sangkuriang (Rachmawati & Samidjan, 2018; Rachmawati *et al.*, 2020) dan Lele (Firdaus & Mukti, 2021). Penambahan enzim papain dalam pakan dapat meningkatkan pemanfaatan komponen pakan (Wiszniewski *et al.*, 2022). Ikan Mas yang diberi pakan mengandung enzim papain secara signifikan terbukti menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik (Singh *et al.*, 2011; Tewari *et al.*, 2018), FCR yang lebih rendah, pencernaan protein dan rasio efisiensi protein yang lebih tinggi (Singh *et al.*, 2011).

Enzim papain dapat diekstrak dari bagian buah pepaya yang belum masak ataupun dari daunnya. Daun pepaya mengandung 75,06% karbohidrat, 8,4% protein, 12,5% serat kasar, 2,2% lemak, 12,40% abu, 4,57% kalsium, 0,38% fosfat, 33,37% Beta-N dan energi kasar 4102 kcal/kg. Aktivitas papain juga ditemukan pada daun pepaya (Nwofia *et al.*, 2012). Papain termasuk enzim proteolitik dari kelompok enzim proteinase. Papain tergolong sistein protease yang memiliki kemampuan untuk menghidrolisis protein menjadi peptid (Sari *et al.*, 2013; Mo *et al.*, 2016 dalam Wiszniewski *et al.*, 2022). Papain dapat memecah protein menjadi asam amino sehingga ikan dapat lebih mudah mencerna pakan dan demikian maka efisiensi pakan akan meningkat (Amri & Mamboya, 2012). Penambahan bubuk papain sebanyak 1% terbukti menghasilkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang lebih baik pada *Cyprinus carpio* (Tewari *et al.*, 2018). Lele (*Clarias* sp.) yang diberi pakan dengan penambahan tepung daun pepaya sebanyak 2,5% menghasilkan pertumbuhan, efisiensi pakan dan

kelangsungan hidup yang lebih baik (Firdaus & Mukti, 2021).

Pada Gurame, kombinasi pemberian enzim papain (0,25 g/kg dan 0,5 g/kg) serta probiotik (10 mL/kg dan 5 mL/kg) pakan memberikan pengaruh yang sama terhadap laju pertumbuhan relatif dan kelangsungan hidup (Mareta *et al.*, 2017). Pengaruh penambahan enzim papain dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup Gurame masih perlu diteliti. Oleh karenanya, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan dan kelangsungan hidup Gurame yang diberi pakan dengan penambahan enzim papain.

MATERI DAN METODE

Pemeliharaan Ikan

Ikan Gurami berukuran 6-8 cm dan berat 11-12 g dipilih dan diaklimatisasi selama 7 hari sebelum penelitian dimulai di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unsoed. Selanjutnya ikan dipelihara selama 14 hari dengan padat tebar tiap bak sebanyak 10 ekor/m³. Ikan dipelihara dalam bak berukuran 58 cm x 70 cm dan diisi air setinggi 50 cm dengan sistem resirkulasi. Pengukuran suhu dilakukan setiap pagi dan sore hari selama pemeliharaan sedangkan pengukuran pH dilakukan setiap 7 hari sekali.

Persiapan dan Pemberian Pakan

Pakan berupa pelet komersial dicampur dengan enzim papain komersial sebanyak 1,5%, 2,0%, dan 2,5% per kg pakan. Enzim papain komersial yang digunakan adalah merk Newzime. Enzim papain dicampurkan ke dalam pakan dengan metode spray/semprot. Pakan komersial disemprot dengan enzim papain yang telah dilarutkan dengan air dan

dihomogenkan. Setelah disemprot, pakan dikeringkan selama 10 menit kemudian diberikan pada ikan. Pakan perlakuan kontrol adalah pakan komersial tanpa penambahan enzim papain. Ikan diberi pakan dengan frekuensi 2 kali/hari sebanyak 3% dari berat tubuh.

Pengukuran Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup

Ikan ditimbang pada awal dan akhir pemeliharaan. Jumlah ikan yang hidup dan mati dicatat setiap hari. Nilai pertumbuhan mutlak dan kelangsungan hidup dihitung berdasarkan rumus Firdaus & Mukti (2021).

Pertumbuhan (PM, g) =

$$W_t - W_o$$

Kelangsungan Hidup (KH, %) =

$$(N_t/N_o) \times 100$$

dimana : W_t = berat akhir (g) ; W_o = berat awal (g) ; N_t = jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor) ; N_o = jumlah ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor).

Analisis Statistik

Semua data dianalisis dengan ANOVA untuk mengetahui pengaruh penambahan enzim papain dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup Gurame. Uji BNT dilakukan untuk sebagai uji post hoc menggunakan SPSS. Perbedaan nyata pada nilai $P < 0,05$. Nilai ditampilkan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

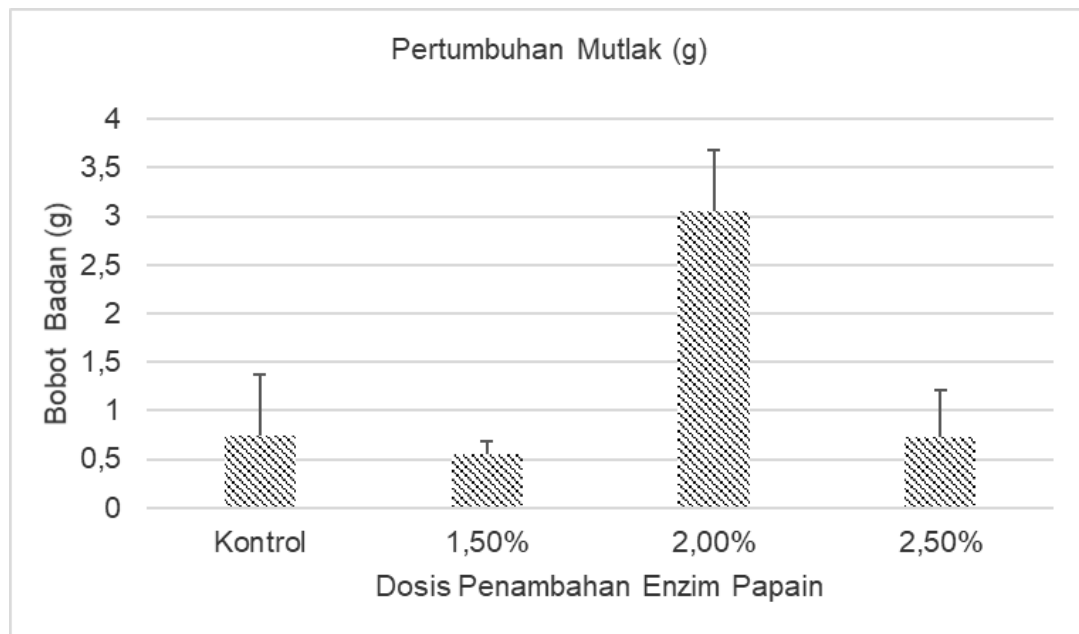
Pertumbuhan Mutlak

Penambahan enzim papain dengan dosis berbeda dalam pakan terbukti secara nyata mempengaruhi pertumbuhan mutlak ikan Gurame ($P < 0,05$). Pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan juga diperoleh pada ikan Gabus (Maulidin *et al.*, 2016), ikan Mas (Tewari *et al.*, 2018), ikan Lele Sangkuriang (Rachmawati & Samidjan, 2018), ikan Nila (Rostika *et al.*, 2018), ikan Patin (Rachmawati & Prihanto, 2019), dan ikan Lele (Firdaus & Mukti, 2021). Penambahan enzim papain sebanyak 2,0% pada pakan komersial yang diberikan pada ikan Gurame memberikan efek positif terhadap pertumbuhan. Penambahan enzim papain sebanyak 2,0% menghasilkan pertumbuhan mutlak ($3,06 \pm 0,62$ g) yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol ($0,75 \pm 0,62$ g), dosis 1,5% ($0,55 \pm 0,13$ g), dan 2,5% ($0,73 \pm 0,48$ g) ($P < 0,05$; Gambar 1). Penambahan 2,0% enzim papain maupun serbuk daun pepaya juga terbukti menghasilkan laju pertumbuhan tertinggi pada ikan Mas

(Singh *et al.*, 2011) dan ikan Nila (Isnawati *et al.*, 2015).

Kemampuan ikan untuk memanfaatkan pakan yang diberikan dipengaruhi oleh kapasitas fisiologi dan biokimia sistem digesti untuk melakukan proses pencernaan dan transport nutrisi yang dikonsumsi (Susilo *et al.*, 2015). Ketersediaan enzim pencernaan dalam usus ikan mempengaruhi kemampuan ikan dalam mencerna makanan (Andini & Widaryati, 2020). Di dalam saluran pencernaan terdapat enzim untuk memecah molekul organik besar seperti pati, selulose dan protein menjadi bentuk yang lebih sederhana. Aktivitas protease dan amilase juga ditemukan ada di sepanjang saluran digesti ikan Gurami (Susilo *et al.*, 2015). Aktivitas enzim tersebut dapat dioptimalkan dengan pemberian enzim papain dalam pakan. Penambahan enzim dari luar (eksogenus enzim) dalam pakan ikan dapat memperbaiki pemanfaatan nutrisi sehingga mengurangi kehilangan nutrisi (Singh *et al.*, 2011).

Enzim merupakan protein yang dapat meningkatkan reaksi-reaksi baik di



Gambar 1. Pertumbuhan mutlak (g) ikan Gurame dengan dosis penambahan enzim papain yang berbeda pada pakan

dalam sel maupun di luar sel (Hadi *et al.*, 2006). Enzim berperan penting dalam proses pencernaan protein. Enzim papain yang ditambahkan ke dalam pakan mampu meningkatkan pencernaan protein dan memperbaiki pertumbuhan. Papain merupakan enzim protease yang mampu menghidrolisis protein menjadi asam amino. Muchtadi *et al.* (1992) dalam (Sari *et al.*, 2013) menyebutkan bahwa kemampuan papain untuk menghidrolisis protein menjadi asam-asam amino disebabkan papain memiliki sisi aktif gugus-SH yang membentuk ikatan disulfide dengan sisi sistein yang memecah atau menghidrolisis amida pada residu asam amino seperti arginin, lisin, glutamin, histidin, glisin dan tirosin. Suhartono (1992) dalam Budiman (2003) juga menyebutkan bahwa papain tersusun atas semua jenis asam amino kecuali metionin.

Papain meningkatkan ketersediaan protein melalui aktivitas proteolitiknya dan berkontribusi nyata terhadap pertumbuhan (Singh *et al.*, 2011). Penambahan enzim papain dalam pakan akan membantu menghasilkan asam amino lebih banyak sehingga pakan yang dikonsumsi dapat dimanfaatkan dengan lebih efisien (Taqwdasbriliani *et al.*, 2013). Enzim papain meningkatkan pencernaan pakan dan penyerapan asam amino untuk menghasilkan pertumbuhan (Amalia *et al.*, 2013). Tengjaroenkul *et al.* (2002) dalam (Irawati *et al.*, 2015) menyatakan bahwa penyerapan protein yang baik akan menyebabkan ketersediaan asam amino yang diperlukan untuk pertumbuhan juga meningkat. Nilai laju pertumbuhan mutlak tertinggi terdapat pada dosis penambahan enzim papain sebanyak 2,0%. Ikan Gurame pada perlakuan tersebut diduga mampu mencerna dan

memanfaatkan pakan lebih baik dibandingkan perlakuan yang lain.

Laju pertumbuhan mutlak pada perlakuan kontrol lebih rendah daripada perlakuan penambahan enzim papain sebanyak 2,0% membuktikan bahwa aktivitas enzim papain secara nyata membantu meningkatkan pencernaan pakan dan ketersediaan asam-asam amino sehingga menghasilkan laju pertumbuhan yang lebih tinggi. Isnawati *et al.* (2015) menyebutkan bahwa pertumbuhan ikan yang diberi pakan dengan penambahan serbuk daun pepaya lebih tinggi daripada kontrol karena kandungan enzim papain berfungsi meningkatkan daya cerna pakan. Laju pertumbuhan yang rendah pada perlakuan penambahan enzim papain sebanyak 1,5% diduga karena dosisnya masih terlalu rendah sehingga belum dapat secara optimal meningkatkan pencernaan pakan dan menghasilkan pertumbuhan yang maksimal. Rendahnya dosis enzim papain yang ditambahkan dalam pakan akan menyebabkan pakan belum dapat terhidrolisis secara maksimal sehingga jumlah asam amino yang tersedia tidak banyak dan hanya sedikit asam amino yang bisa diserap tubuh untuk menghasilkan pertumbuhan (Amalia *et al.*, 2013). Sedangkan dosis penambahan enzim papain sebanyak 2,5% pada pakan diduga terlalu banyak sehingga ikan Gurame tidak bisa lagi memanfaatkan hasil penguraian protein oleh enzim papain dengan baik. (Susanto *et al.*, 2017) menerangkan bahwa penambahan eksogenus enzim pencernaan yang melebihi kebutuhan dapat berdampak negatif pada ikan. Penggunaan enzim dalam jumlah yang berlebih dapat menyebabkan nilai rasio efisiensi protein menjadi rendah dan berpengaruh terhadap pertumbuhan (Irawati *et al.*, 2015). Akter *et al.* (2016) juga menyatakan bahwa penambahan eksogenus enzim mempunyai batas optimum untuk dapat meningkatkan aktivitas enzim pada saluran pencernaan ikan. Pemberian enzim MOS sebanyak

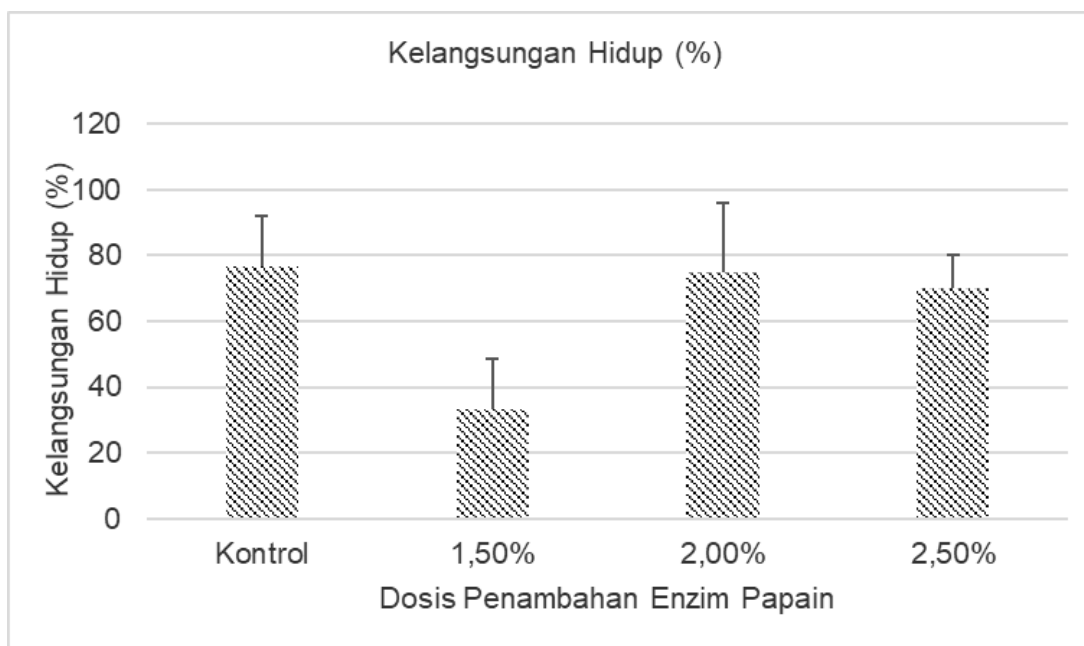
0,8% tidak menghasilkan peningkatan lebih lanjut pada aktivitas enzim pencernaan dibanding dosis dibawahnya. Delima *et al.* (2017) menyebutkan bahwa pemberian enzim yang berlebihan dan telah melewati titik optimum dapat menghambat pertumbuhan karena protein yang telah dihidrolisis menjadi asam amino tidak digunakan untuk pertumbuhan melainkan digunakan sebagai energi.

Suplementasi eksogenus enzim dapat membantu pencernaan dan pemanfaatan pakan pada ikan (Choi *et al.*, 2016). Enzim akan mempengaruhi sistem pencernaan ikan dan berpengaruh langsung terhadap pemanfaatan pakan (Susanto *et al.*, 2017). Pakan yang tercerna dengan baik akan menyediakan energi yang cukup untuk pemeliharaan tubuh dan aktivitas standar. Kelebihan energi akan digunakan untuk menghasilkan pertumbuhan. Hal ini didukung oleh pernyataan Ulviyadipura *et al.* (2017) bahwa penambahan bobot tubuh ikan terjadi setelah kebutuhan energi untuk seluruh aktivitas dan pemeliharaan tubuh melalui proses metabolisme terpenuhi. Laju pertumbuhan yang tinggi juga menunjukkan penggunaan pakan yang

efisien sehingga hanya sedikit zat makanan yang diubah untuk memenuhi kebutuhan energi dan selebihnya digunakan untuk pertumbuhan (Isnawati *et al.*, 2015). Banyaknya tingkat penyerapan nutrisi pakan secara total akan meningkatkan ketersediaan energi sehingga asam amino akan lebih dimanfaatkan secara efisien sebagai komponen pembangun tubuh dan bukan sebagai sumber energi (Tengjaroenkul *et al.*, 2002 dalam Irawati *et al.*, 2015)

Kelangsungan Hidup

Jumlah ikan yang ditebar pada awal pemeliharaan dan jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan dihitung untuk diketahui nilai tingkat kelangsungan hidupnya. Nilai kelangsungan hidup ikan Gurame yang diberi pakan dengan penambahan enzim papain sebanyak 2,0% ($75,00 \pm 21,21\%$) dan 2,5% ($70,00 \pm 10,00\%$) tidak berbeda nyata dengan kontrol ($76,67 \pm 15,28\%$) ($P > 0,05$; Gambar 2). Ikan Gurame yang diberi pakan dengan penambahan enzim papain sebanyak 2,0% dan 2,5% menghasilkan nilai kelangsungan hidup yang relatif sama dengan kontrol. Hasil



Gambar 2. Kelangsungan Hidup (%) ikan Gurame dengan dosis penambahan enzim papain yang berbeda pada pakan

ini sama dengan penelitian (Mareta *et al.*, 2017) yang melaporkan bahwa penambahan enzim papain pada pakan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kelangsungan hidup ikan Gurame. Hasil yang serupa juga ditemukan pada penelitian terhadap kelangsungan hidup ikan Gabus (Maulidin *et al.*, 2016), ikan Lele Sangkuriang (Rachmawati & Samidjan, 2018), ikan Mas (Tewari *et al.*, 2018; Yulianti *et al.*, 2018), ikan Patin (Rachmawati & Prihanto, 2019) dan ikan Gurame (Firmansyah *et al.*, 2021).

Nilai kelangsungan hidup pada kontrol, perlakuan dosis 2,0% dan 2,5% termasuk kategori baik sedangkan nilai kelangsungan hidup pada dosis 1,5% yaitu sebesar $33,33 \pm 15,28\%$ termasuk kategori sedang. Tingkat kelangsungan hidup $\geq 50\%$ tergolong baik, 30-50% tergolong sedang, dan kurang dari 30% tergolong tidak baik (Husen, 1985) *dalam* (Mulyani *et al.*, 2014). Nilai kelangsungan hidup yang rendah pada ikan dengan perlakuan penambahan dosis sebanyak 1,5% diduga karena faktor internal Gurame yaitu ketidakmampuan Gurame pada perlakuan tersebut untuk beradaptasi terhadap kondisi pemeliharaan dan pengukuran berat sehingga mengalami stres dan akhirnya mati. Fatimah (1992) *dalam* (Mulyani *et al.*, 2014) menyebutkan bahwa kelangsungan hidup ikan sangat bergantung pada daya adaptasi ikan terhadap makanan dan lingkungan. Kelangsungan hidup ikan tidak dipengaruhi secara langsung oleh pakan namun karena kurangnya adaptasi dan stres selama pemeliharaan penelitian (Ulviyadipura *et al.*, 2017). Hasil pengukuran suhu menunjukkan bahwa nilainya masih dalam kisaran yang baik untuk pemeliharaan Gurame. Suhu air pada pagi hari berkisar 25-26°C dan sore hari berkisar 26-27°C. Boyd

(1982) *dalam* Mareta *et al.* (2017) menyatakan bahwa suhu yang layak untuk pemeliharaan ikan Gurame berkisar 25-32°C. Kisaran suhu yang baik bagi pertumbuhan Gurame adalah 26-29°C (Hardaningsih *et al.*, 2008 *dalam* Pratama *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan enzim papain pada pakan komersial mempengaruhi pertumbuhan mutlak ikan Gurame. Dosis penambahan enzim papain sebanyak 2,0% mampu meningkatkan pertumbuhan Gurame dengan kelangsungan hidup tergolong baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akter, M. N., Sutriana, A., Talpur, A. D., & Hashim, R. (2016). Dietary Supplementation with Mannan Oligosaccharide Influences Growth, Digestive Enzymes, Gut Morphology, and Microbiota in Juvenile Striped Catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture International*, 24(1), 127–144. <https://doi.org/10.1007/s10499-015-9913-8>
- Amalia, R., Subandiyono, & Arini, E. (2013). The Effect of Papain on Dietary Protein Utility and Growth of African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(1), 136–143.
- Amri, E., & Mamboya, F. (2012). Papain, A Plant Enzyme of Biological Importance: A Review. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 8(2), 99–104. <https://doi.org/10.3844/ajbbbsp.2012.99.104>
- Andini, F. & Widaryati, R. (2020). Pengaruh Enzim Bromelin Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan

- dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 9(2), 68–74.
- Budiman, A. (2003). Kajian Terhadap Pengaruh Etanol sebagai Bahan Pengendap dan Pengaruh Air, Bufer Fosfat serta Etanol pada Ekstraksi Papain. SKRIPSI. IPB.
- Choi, W. M., Lam, C. L., Mo, W. Y., & Wong, M. H. (2016). Upgrading Food Wastes by Means of Bromelain and Papain to Enhance Growth and Immunity of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4863-2>
- Delima, P. P. A., Subandiyono, & Hastuti, S. (2017). Pengaruh Enzim Bromelin Dalam Pakan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan Dan Pertumbuhan Ikan Tawes (*Puntius javanicus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4), 95–100.
- Firdaus, M. S. I. & Mukti, R. C. (2021). Utilization of Papaya Leaves (*Carica papaya*) in Feed on Growth of Catfish (*Clarias* sp.) in Muara Enim, South Sumatera. *Indonesian Journal of Tropical Aquatic*, 4(1), 50–56. <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jota>
- Firmansyah, A., Pamukas, N. A., & Mulyadi. (2021). Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) dengan Pemberian Dosis Enzim Bromelin Berbeda di dalam Pakan Pada Budidaya Sistem Resirkulasi Akuaponik. *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 2(1), 7–13.
- Hadi, S., Sumarsih, S., Baktir, A., Ni Nyoman T.P. & Purkan. (2006). Prospek Getah Pepaya Sebagai Sumber Enzim Proteolitik Untuk Berbagai Industri. Modul IBA. FMIPA. UNAIR.
- Irawati, D., Rachmawati, D. & Pinandoyo. (2015). The Growth Performance of Tilapia seeds (*Oreochromis niloticus* Bleeker) by the Addition of Papain Enzyme in Artificial Feed *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(1), 1–9.
- Isnawati, N., Sidik, R. & Mahasri, G. (2015). Potensi Serbuk Daun Pepaya Untuk Meningkatkan Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Rasio Efisiensi Protein Dan Laju Pertumbuhan Relatif Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 7(2), 121–124. <file:///C:/Users/mycomputer/Downloads/11212-38995-1-SM.pdf>
- Mareta, E. R., Subandiyono, & Hastuti, S. (2017). Pengaruh Enzim Papain dan Probiotik dalam Pakan Terhadap Tingkat Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *Sains Akuakultur Tropis. Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 1(1), 21–30.
- Maulidin, R., Muchlisin, Z. A., & Muhammadar, A. A. (2016). Pertumbuhan dan Pemanfaatan Pakan Ikan Gabus (*Channa Striata*) Pada Konsentrasi Enzim Papain Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1(3), 280–290. <https://media.neliti.com/media/publications/187684-ID-pertumbuhan-kelangsungan-hidup-dan-peman.pdf>
- Mulyani, Y.S., Yulisman, & Fitriani, M. (2014). Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis*

- niloticus*) yang Dipuasakan Secara Periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1), 1–12.
- Nugraha, A. A., Yustiati, A., Bangkit, I., & Andriani, Y. (2020). Growth Performance and Survival Rate of Giant Gourami Fingerlings (*Osphronemus goramy* Lacepede, 1801) with Potassium Diformate Addition. *International Scientific Journal*, 143(February), 103–114. www.worldscientificnews.com
- Nwofia, G. E., Ojimekwe, P., & Eji, C. (2012). Chemical Composition of Leaves, Fruit Pulp and Seeds in Some *Carica papaya* (L) Morphotypes. *Int. J. Med. Arom. Plants*, 2(1), 200–206.
- Rachmawati, D. & Prihanto, A.A. (2019). Effect of Papain Enzyme Supplementation on Growth Performance and Nutrient Utilization of Catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *Malays. Appl. Biol.*, 48(5), 1–10.
- Rachmawati, D., Hutabarat, J., Samidjan, I., & Windarto, S. (2020). Utilization of Papain as Feed Additive in The Fish Feed on Activity of Digestive Enzymes, Contents of Nutrient and Minerals of Sangkuriang Catfish (*Clarias gariepinus* var. sangkuriang). *AACL Bioflux*, 13(5), 2738–2744.
- Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2018). The Effect of Papain Enzyme Supplement in Feed on Protein Digestibility, Growth and Survival Rate in Sangkuriang Catfish (*Clarias sp.*). 14(2), 91–99.
- Rostika, R., Sunarto, S., Sugiyanto, H. N., & Dewanti, L. P. (2018). The Effectiveness of Crude Papain Enzyme Supplement for Tilapia's (*Oreochromis niloticus*) Growth at The Floating Nets of Cirata Reservoir. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 139(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/139/1/012006>
- Sari, W.A.P., Subandiyono & Hastuti, S. (2013). Pemberian Enzim Papain Untuk Meningkatkan Pemanfaatan Protein Pakan Dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus* Var.) *Journal of Aquaculture Management and Technology* 2 (1), 1–12.
- Singh, P., Maqsood, S., Samoon, M. H., Phulia, V., Danish, M., & Singh Chalal, R. (2011). Exogenous Supplementation of Papain as Growth Promoter in Diet of Fingerlings of *Cyprinus carpio*. *International Aquatic Research*, 3(1), 1–9. <https://iranjournals.nlai.ir/handle/123456789/672875>
- Susanto, T., Sudaryono, A., & Pinandoyo. (2017). Penambahan Eksogen Enzim Pencernaan dalam Pakan Buatan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 1(1), 42–51.
- Susilo, U., Yuwono, E., Rachmawati, F. N., Priyanto, S., & Hana. (2015). Karakteristik Enzim Digesti, Protease dan Amilase, Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) pada Fase Pertumbuhan. *Biosfera*, 32(2), 134. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2015.32.2.305>
- Taqwdasbriliani, E.B., Hutabarat, J., & Arini, E. (2013). Pengaruh Kombinasi Enzim Papain dan Enzim Bromelin Terhadap Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus*

- fuscoguttatus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3), 76–85. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jfpik>
- Tewari, G., Ram, R. N., & Singh, A. (2018). Effect of Plant Base Digestive Enzyme ‘ Papain ’ on Growth , Survival and Behavioural Response of *Cyprinus carpio*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(3), 210–214.
- Ulviyadipura, C., Hutabarat, J. & Pinandoyo. (2017). Pengaruh Penambahan Ekstrak Buah Nanas pada Pakan Buatan terhadap Tingkat Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*). *PENA Akuatika*, 16(1), 1–21.
- Usman, Laining, A. & Sutikno, E. (2014). Suplementasi Crude Enzim Papain dalam Pakan Pembesaran Ikan Beronang, *Siganus guttatus*. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)*, XVI(1), 10–16.
- Wiszniewski, G., Jarmolowicz, S., Hassaan, M. S., Soaudy, M. R., Kamaszewski, M., Szudrowicz, H., Terech-Majewska, E., Pajdak-Czaus, J., Wiechetek, W., & Siwicki, A. K. (2022). Beneficial Effects of Dietary Papain Supplementation in Juvenile Sterlet (*Acipenser ruthenus*): Growth, Intestinal Topography, Digestive Enzymes, Antioxidant Response, Immune Response, and Response to A Challenge Test. *Aquaculture Reports*, 22(June 2021). <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100923>
- Yulianti, S., Nurliah & Lestari, D. P. (2018). Penambahan Getah Pepaya (*Carica papaya*) Pada Pakan Pelet dengan Dosis yang Berbeda untuk Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan Unram*, 8(2), 30–37. <https://doi.org/10.29303/jp.v8i2.99>