

e-JURNAL REKAYASA DAN TEKNOLOGI BUDIDAYA PERAIRAN Aquaculture Engineering and Technology Journal

<http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/bdpi>





e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan
p-ISSN: 2302-3600
e-ISSN: 2597-5315



DEWAN REDAKSI
e-JURNAL REKAYASA DAN TEKNOLOGI BUDIDAYA PERAIRAN

Penasihat

Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Pembantu Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Pembantu Dekan II Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Pembantu Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Penanggung Jawab

Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.

Pimpinan Redaksi

Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si.

Penyunting Ahli

Ketua

Eko Effendi, S.T., M.Si.

Anggota

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., Ir. Suparmono, M.T.A., Muh. Mohaimin, S.Pi., M.Si., Wardiyanto, S.Pi, M.P., Dr. Supono, S.Pi., M.Si., Qadar Hasani, S.Pi., M.Si., Tarsim, S.Pi., M.Si., Henni Wijayanti, S.Pi., M.Si., Berta Putri, S.Si., M.Si., Rara Diantari, S.Pi., M.Sc., Herman Yulianto, S.Pi., M.Si., Limin Santoso, S.Pi., M.Si., Yudha T Adiputra, S.Pi., M.Si., Esti Harpeni, ST, M.App.Sc., Agus Setyawan, S.Pi., M.P.

Penyunting Teknis

Mahrus Ali, S.Pi, M.P.

Keuangan dan Sirkulasi

Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.

Alamat Redaksi

Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
Email : jrtbp@fp.unila.ac.id



e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan
p-ISSN: 2302-3600
e-ISSN: 2597-5315





PANDUAN UNTUK PENULIS
e-JURNAL REKAYASA DAN TEKNOLOGI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG

e-JRTBP menerima naskah dalam bentuk hasil penelitian (artikel ilmiah), catatan penelitian, dan pemikiran konseptual baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Naskah hasil penelitian maksimum 12 halaman (suntingan akhir) termasuk gambar dan tabel. Naskah yang disetujui untuk dimuat akan dibebani kontribusi biaya sebesar Rp 250.000,- (dua ratus lima puluh ribu rupiah) per sepuluh halaman pertama, selebihnya ditambah Rp 50.000,- (lima puluh ribu rupiah) per halaman.

Tata Cara Pengiriman Naskah

Naskah yang dikirim haruslah naskah asli dan harus jelas tujuan, bahan yang dipergunakan, maupun metode yang diterapkan dan belum pernah dipublikasikan atau dikirimkan untuk dipublikasikan di mana saja. Naskah diketik dengan program MS-Word dalam satu spasi dikirim dalam bentuk soft copy dengan format doc/docx dan pdf.

Naskah diketik dua spasi pada kertas ukuran A4, pias 2 cm dan tipe huruf Times New Roman berukuran 12 point, diketik 2 kolom kecuali untuk judul dan abstrak. Setiap halaman naskah diberi nomor halaman secara berurutan. Ilustrasi naskah (gambar atau tabel) dikelompokkan pada lembaran terpisah di bagian akhir naskah dan ditunjukkan dengan jelas posisi ilustrasi dalam badan utama naskah. Setiap naskah harus disertai alamat korespondensi lengkap. Para peneliti, akademisi, maupun mahasiswa dapat mengirimkan naskah ke:

e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan
Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung
Lampung 35145
E-mail: jrtbp@fp.unila.ac.id

Catatan: Editor tidak berkewajiban mengembalikan naskah yang tidak dimuat.

Penyiapan Naskah

- Judul naskah hendaknya tidak lebih dari 15 kata dan harus mencerminkan isi naskah. Nama penulis dicantumkan di bawah judul. Jabatan, nama, dan alamat instansi penulis ditulis sebagai catatan kaki di bawah halaman pertama.



- Abstrak merupakan ringkasan penelitian dan tidak lebih dari 250 kata, disajikan dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Kata kunci maksimum 5 kata dan diletakkan pada bagian abstrak.
- Pendahuluan secara ringkas menguraikan masalah-masalah, tujuan dan pentingnya penelitian. Jangan menggunakan subbab.
- Bahan dan Metode harus secara jelas dan ringkas menguraikan penelitian dengan rincian secukupnya sehingga memungkinkan peneliti lain untuk mengulangi percobaan yang terkait.
- Hasil disajikan secara jelas tanpa detail yang tidak perlu. Hasil tidak boleh disajikan sekaligus dalam tabel dan gambar.
- Tabel disajikan dalam Bahasa Indonesia dan Inggris, dengan judul di bagian atas tabel dan keterangan. Data dalam tabel diketik menggunakan program MS-Excel.
- Gambar, skema, diagram alir, dan potret diberi nomor urut dengan angka Arab. Judul dan keterangan gambar diletakkan di bawah gambar dan disajikan dalam Bahasa Indonesia dan Inggris.
- Kesimpulan disajikan secara ringkas dengan mempertimbangkan judul naskah, maksud, tujuan, serta hasil penelitian.
- Daftar Pustaka disusun berdasarkan abjad tanpa nomor urut dengan urutan sebagai berikut: nama pengarang (dengan cara penulisan yang baku). Acuan pustaka yang digunakan maksimal berasal dari acuan yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir. Daftar lengkap acuan pustaka disusun menurut abjad, diketik satu spasi, dengan tata cara penulisan seperti contoh-contoh berikut:

Jurnal

Heinen, J.M., D'Abramo, L.R., Robinette, H.R., dan Murphy, M.J. 1989. Polyculture of two sizes of freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) with fingerling channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *J. World Aquaculture Soc.* 20(3): 72–75.

Buku

- Dunhan, R.A. 2004. Aquaculture and Fisheries Biotechnology: Genetic Approaches. Massachusetts: R.A. Dunhan Press. 34 p.
- Bose, A.N., Ghosh, S.N., Yang, C.T., and Mitra, A. 1991. Coastal Aquaculture Engineering. Oxford & IBH Pub. Co. Pvt. Ltd., New Delhi. 365 p.

Artikel dalam buku

Collins, A. 1977. Process in Acquiring Knowledge. Di dalam: Anderson, R.C., Spiro, R.J., and Montaque, W.E. (eds.). Schooling and the Acquisition of Knowledge. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey. p. 339–363.



Artikel dalam Prosiding

Yovi EY, Takimoto Y, Matsubara C. 2007. Promoting Alternative Physical Load Measurement Method. Di dalam: Proceedings of Agriculture Ergonomics Development Conference; Kuala Lumpur, 26–29 November 2007. p. 309–314 .

Tesis/Disertasi

Simpson, B.K. 1984. Isolation, Characterization and Some Application of Trypsin from Greenland Cod (*Gadus morhua*). PhD Thesis. Memorial University of New Foundland, St. John's, New Foundland, Canada. 179 p.

Paten

Muchtadi TR, Penemu; Institut Pertanian Bogor. 9 Mar 1993. Suatu Proses untuk Mencegah Penurunan Beta Karoten pada Minyak Sawit. ID 0 002 569.

- **Ucapan terima kasih** (jika diperlukan). Ditujuan kepada instansi dan atau orang yang berjasa besar terhadap penelitian yang dilakukan dan tulis dalam 1 alinea serta maksimum 50 kata.



e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan
p-ISSN: 2302-3600
e-ISSN: 2597-5315





DAFTAR ISI VOLUME 8 NOMOR 2 FEBRUARI 2020

PRODUCTION ANALYSIS OF GREEN MUSSEL (<i>Perna viridis</i>) IN LAMPUNG PROVINCE <i>Sulvina, Zainal Abidin, dan Supono</i>	975 – 984
MASCULINIZATION OF <i>Betta splendens</i> LARVAE WITH JAVA PEPPER (<i>Piper retrofractum</i> Vahl) EXTRACT THROUGH IMMERSION <i>Ajie Prayoga, Ahmad Fahrul Syarif, Eva Prasetyono, dan Suci Puspita Sari</i>	985 – 990
THE EFFECT OF PHYTASE ENZYMES ADDITION ON ARTIFICIAL FEED ON HOVEN'S CARP GROWTH, <i>Leptobarbus hoevenii</i> (Bleeker, 1851) <i>Nora Sintia, Deny Sapto Chondro Utomo, dan Indra Gumay Yudha</i>	991 – 1000
THE EFFECT OF IMMERSION OF MANGROVE <i>Avicennia alba</i> (Tomlinson, 1986) LEAF EXTRACT WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS IN PREVENTING BACTERIAL DISEASE <i>Vibrio harveyi</i> (Johnson & Shunk, 1936) IN VANAME SHRIMP (<i>Litopenaeus vannamei</i>) (Boone, 1931) <i>Eka Nur Farida, Rara Diantari, Esti Harpeni, Wardiyanto Wardiyanto, Qadar Hasani, Herman Yulianto, Maulid Wahid Yusuf, dan Oktora Susanti</i>	1000 – 1008
DETERMINATION OF CELL TYPE AND HAEMOCYTE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF WESTERN AUSTRALIA FRESHWATER CRAYFISH (<i>Cherax cainii</i>) AT DIFFERENT TEMPERATURES IN VITRO <i>Bambang Widyo Prastowo, Ricky Lareu, Rima Caccetta, dan Ravi Fotedar</i>	1009 – 1028
INFLUENCES OF LAMP IRRADIATION EXPOSURE ON GROWTH AND SURVIVAL OF JUVENILE SNEAKHEAD FISH <i>Channa striata</i> (Bloch, 1793) <i>Triyanto, Tarsim, dan Deny Sapto Chondro Utomo</i>	1029 – 1038



e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan
p-ISSN: 2302-3600
e-ISSN: 2597-5315



Production Analysis of Green Mussel (*Perna viridis*) in Lampung Province

Sulvina*¹, Zainal Abidin, Supono*²

ABSTRACT

This study was conducted to find out factors affecting and level of mussel production, level of efficiency of using the tools and materials in cultivation process and whether the cultivation of mussels in Pasaran. This study was analyzed using Cobb-Douglass. The study were analyzed in quantitative descriptive, multiple linear regression analysis, and analysis of efficiency. The dependent variable (Y) is the result of production of green mussels cultivation and free variables are the number of bamboos (X 1), the amount of strap (X2), grouper (X3) and labor (X4). Mussel fisherman in Pasaran NPM with Px calculated to obtain the level of efficiency of each factors of production in messels cultivation. Studies show that the most influential factors production are variable bamboo, rope and labor. While the results of analysis the level of efficiency of using tools and materials is not efficient. The number of bamboo and labor should be reduced, because it tends to be a waste and not profitable either technically or economically. The value of the return to scale of 1.22 showed cultivation mussels are on increasing return to scale.

Keywords: *Production factor, efficiency, green mussels, Pulau Pasaran*

Introduction

The shells are one of the many fisheries resources obtained through interception in nature, such as mussels, clams, oysters, and tridacna. Green Mussel (*Perna viridis*) is a biological resource that has a high economic value (Ferdinand *et al.*, 2017). One of the areas in Lampung Province developed for the cultivation of mussels is Pasaran Island. Pasaran Island is located in the Sub-District of Teluk Betung East, Bandar Lampung.

Species of the family *Mytilidae* green mussels a specific continent of Asia is rife from the Persian Gulf to India, the Philippines, Taiwan, Vietnam, and Northeast China (Cappenberg, 2008). The larvae green mussels formed after 12 to 15 hours after the eggs are fertilized and on day 8 leg muscles (byssus) began to be used for edging and swimming freely. During the period of time about 8 days. The larvae reach the completion stage on day 9, which has a shorter time. Overall, the larvae cannot be controlled by the temperature of the sea water, but also by the food that is

¹ E-mail: sulvina01@yahoo.com

² Coastal and Marine Management Program, Lampung University
Jl. Prof. S. Brodjonegoro No.1 Gedong Meneng Bandar Lampung, 35145

in the waters (Ompi and Svane, 2018). Larvae green mussels spread through the current or ballast until finally attached to a substrate (Pitaloka, 2015).

Cultivation of green mussels in the Pasaran Island strongly influenced by nature. The high demand for green mussels every year in the market makes profits for farmer scallops in Pasaran Island. But the needs of mussels are still not can be fulfilled (Ferdinan *et al.*, 2017). Cultivated mussels will be safer for consumption than the result of nature (Andalecio *et al.*, 2014).

Methods

Diet Preparation

The study used the census method so that the respondents were the entire green mussel farmers on the Pasaran island of 99 people. The data used are primary and secondary data. Primary data can be obtained by direct interviews based on the questionnaire guidelines. The main question in the questionnaire were about the characteristics of the respondent's family, the amount of green mussel production on the Pasaran island and the cost used for cultivation to harvest. It also obtained direct observation that all reflect the condition of the study area. Secondary data can be obtained from some important literature such as statistics, report of research results, journal and so forth that can support the completeness of the study data.

Data Analysis

This research was conducted on the Pasaran Island, Bandar Lampung, Lampung. The variable used is the

number of bamboo (X1). Bamboo is a material used for the cultivation of green shellfish. Based on Sulvina's research (2015), bamboo is tool used to tie a rope or a substrate. The number of ropes (X2), the rope is as a substrate where the attachment of green mussel seeds until ready to harvest. Duration of karamba usage (X3), this variable of durability of karamba usage will be seen whether it affects the production of green mussel well or reduce production quantity. While labor is the amount of labor used whether it affects during the process of mussel cultivation or not. The amount of production (Y) is the amount of production of green mussel cultivation in one harvest cycle while the production factor price is often written with (Px). (Gujarati and Porter, 2015).

The relevance of production factors was analyzed using the *Cobb-Douglas*. Before analyzed using *Cobb-Douglas* production function, the data is tested using classical assumption test. The classical assumption test is performed to test the calculation results so as not to produce a biased equation (Gujarati, 1999). The classical assumption test includes the normality test. It aims to find out whether what normal distribution data does not by looking at the value of the ratio of kurtosis and skewness is between -2 to +2, so the data distribution is normal (Santoso, 2000). Auto correlation test is a statistical analysis conducted to determine whether there is a correlation of variables that exist in the prediction model with time changes.

The purpose of the autocorrelation test is to know

whether there are correlations of variables that exist in the prediction model with the time change. Multicollinearity test aims to test whether in the regression model found the correlation between independent variables or not. A good regression model should not be correlated among the independent variables (Ghozali, 2012). The heterocedastic test aims to determine whether in the regression model there is a variance inequality of the residual one observation to another observation (Setiawati, 2006). In addition to using the classical assumption test is also a goodness of fit test is the determinant coefficient analysis (R^2) aims to determine the level of accuracy is best in regression analysis. This is indicated by the magnitude of the coefficient of determination (R^2) between 0 and 1. If the coefficient of determination approaching one then it can be said that the independent variables affect the dependent variable (Gujarati, 2006). F test is performed to determine whether the production factors used simultaneously has real or no effect on the production yield on green shellfish cultivation. T test is a statistical test using t test with a real level (α) 0,05 or a 95% confidence level needs to be done to test the significance of the returns of scale on dairy farms (Gujarati dan Porter, 2010).

According to Nicholson (1995), price efficiency is achieved when the ratio between the marginal productivity value of each input (NPM_{xi}) and the input price (v_i) is equal to 1. This condition requires NPM , equal to the price of production factor X , where the efficiency level of

production factors use are calculated using the ratio of the value of the marginal product to i with the price of the input factor I (PX_i). The production elasticity of each factor production in the Cobb-Douglas function is expressed in three alternatives showing the scale of business that is *increasing return to scale*, if $(b_1 + b_2 + \dots + b_n) > 1$, it means that the proportion of additional factor will produce an additional proportion, *constant return to scale*, if $(b_1 + b_2 + \dots + b_n) = 1$, it means that the proportion of the addition of a factor of production equals the addition of produced production, and *decreasing return to scale*, if $(b_1 + b_2 + \dots + b_n) < 1$ (Gujarati and Porter, 2015), it means that the proportion of additional factor will exceed production. Andi (2018) dan Setiawati (2006).

Results and Disscusion

Characteristics of respondents

The most respondent of the green mussel farmers on the Pasaran Island was already married, and have dependents in his home (Ali, 2015). This can be seen in Table 1. The definition of a dependent child and the number of families in this research is the number of the persons who are in one family that his life was borne by the head of the family (Andi, 2018). Family profile of respondents and the number of dependents in the family are presented in table 1. The number of children and dependents of the soul of the farmers Pasaran Island contains a small number of dependents 1 – 3 people, this is caused by the son, owned by respondent/green mussel farmer have

married and no longer a dependent of Head of the household respondents (Ferdinan *et al.*, 2017).

Table 1. Characteristics of respondents

No	Status	Percent %	Level of education	Percent %	Cultivation Experience (Year)	Percent %
1.	Married	83,8	Primary School	45,5	01 - Feb	2,0
2.	Single	15,2	Junior High School	34,3	3 - 4	36,4
3.	Widower	1,0	Senior High School	18,2	05 - Jun	59,6
4.	Separate	0,0	College	2,0	07 - Agust	2,0
5.	Total	100,0	Total	100,0	Total	100,0

The level of education is a factor that is not too important in the cultivation of mussels, for the cultivation of mussels are in the category of the informal sector. The higher education of a person then will choose the formal sector (Ferdinan *et al.* (2017); Ali (2015)). Educational level of respondent aquaculture mussels spread his education is presented in table 1.

Low levels of education which is owned by the head of the family of farmers green mussels that is on the Pasaran Island in line with the theory of Fahmi (2003) stated that "coastal communities is the community who live in colonies that live in the coastal area with its economy depends on the existing resources generally have a low education level (Noor, 2015).

Experience level of farmers trying to produce mussels in addition seen from the success of the activities of cultivation mussels depends on the availability of the seed of nature (Ferdinan, 2017), environmental conditions ideal waters so that can

support the growth of the biota and aquaculture (Sundari and Yudhi, 2016), and lack of predators or diseases (Vakily, 1989). The experience level of the respondents against the green mussel cultivation in the Pasaran Island is presented in Table 1.

Based on the information in the field, cultivation of mussels in the Pasaran Island started at the early 2011. Within a period of 7 years is the better development of the cultivation of green mussels. Based on the experience of the indicator that is owned by farmers ' mussels in choosing the time and the right tools and materials to be used at the time of cultivation is also sorely needed (Noor (2015); Ferdinan (2017)). Green mussel farmers on Pasaran Island has experience that is already pretty long in cultivation of mussels. A long cultivation of mussels does not affect the result of the production of green mussel aquaculture it self (Sulvina *et al.*, 2015). Aquatic animals will show significant effects

due to low pH or other water quality, it means the production of aquatic animals will be on the influence by various factors (Nyanti, 2018).

Construction mode

The result of the test assumptions of classical that data is worth to use. There are 4 classic assumption test used in this study, A classic assumption test done to test the results of the calculations in order not to produce the equation bias.

These include classic assumption test for multicollinearity, normality tests, heteroskedastisitas test (Gujarati, 2006), autocorrelation test and test of linearity (Setiawati, 2006). The data was processed using spss 16.

Before done analysis of the Cobb-douglas first conducted regression analysis. Following the results of the regression analysis of the influence factor on the fourth in the Table 2.

Table 2. The estimation results are presented in the estimation of the factors that influence the cultivation of Mussels in the island market.

Variabel	Koefisien Beta Standardized	t-ratio	Sig
Konstanta	0,1148	6,494	
X ₁ (Bamboo)	0,130	4,660	0,000
X ₂ (Rope)	0,898	21,401	0,000
X ₃ (Vulnerability Karamba)	0,189	4,362	0,000
X ₄ (Labor)	0,003	0,174	0,863
R ²	0,964		
F	630,121		
N	99		
D-W	1,882		

Judging from the results of the estimation, of the four independent variables included in the regression, variable labor is not significant. While bamboo, ropes and Vulnerability Karamba significant at 0.05. **Cobb-Douglas Function.** From

Table 2 can be inferred that the variables of production influenced by bamboo, ropes and long wearing of grouper, with mathematical equations:

$$\text{Production} = 0,1148 + 0,130 + 0,898 + 0,189 + 0,003 + e$$

- Constants of 0,1148 pointed out that if the independent variable is considered constant, then the production of green mussel clam 0,1148 kg.
- The regression Coefficient of bamboo-0,130 states that any additions bamboo amount will increase production of mussels.
- The regression coefficients of strap 0,898 States that any additions will increase the amount of rope mussels.
- The regression Coefficients-Vulnerability Karamba usage of

0,189 stated that any addition of a usage long grouper will increase production of mussels.

- The results of the estimation of the factors of production the cultivation of mussels in the Pasaran Island above that obtained from four (4) independent variables that affect the production of cultivated mussels are significant, namely the variables X^1 (bamboo), variable X^2 (Rope), X^4 (variable Power Work).

While in the variable X^3 (old karamba was gradually tapered off) not significant (Jono, 2016). The old variable karamba was gradually tapered off not significant this can be seen from the probability amounting 0,003 (Setiawati, 2006) and Ghazali (2012). Cobb-Douglas function equations need to be tested with the purpose of knowing whether the statistical model used guess worth for

production parameters and functions Gasperz (1995) and (Gujarati, 2006).

Efficiency of price

To answer the two objectives done analysis of the statistical tests. The results obtained from test t of 1,985 and with degrees of freedom 3,397. While the retrieved results from test F of 2,47, while for the degrees of freedom of the R2 2,00 in Table 3 (Setiawati, 2006) dan Andi (2018). Coefficient of determination R2 or test is to know the extent to which free variables relationship against the variable. If the value of R2 = 1, then the influence of the variable bound against free reaches 100%, good influence which are raised as well as the influence that is lowering the variables are bound. But if the value of R2 = 0, then the variables are free with absolutely no effect on the variable is bound (Gujarati and Porter, 2010).

Table 3. To answer the purpose of three in obtain the results of the level of efficiency of prices on green sea shell aquaculture activities in the Island Market is presented

Free Variables	Koef.B	The average Input	The input Union prices (Rp)	Average production (KW)	The price of Production (Rp.)	The Level Of Efficiency Of The Usage Of Infut
Bamboo	0,130	7,727	4,040	5,975	7,000	0,174
Rope	0,898	7,876	7,257	5,975	7,000	0,658
Vulnerability Karamba	0,003	2,947	1,95918	5,975	7,000	0,217
Labor	0,189	6,435	157,575	5,975	7,000	0,007

The efficiency of the bamboo, rope, Vulnerability Karamba and labor on production cultivation of mussels can be seen in table 3. From these data the results of the efficiency of the price of the four input on the

cultivation of mussels in the Pasaran Island can be said to be inefficient. These results are consistent with research conducted by Samad and Patwary (2003) in Bangladesh for the textile industry, as well as Cheng

(2004) for the business in China which concluded that small and medium scale industries have not entirely doing activities in efficient (Chinese Indonesian surname and Imaningati, 2014) (Susanto, 2014).

According to Sulvina (2015) from the four most influential variables against the cultivation of green mussels are the variable string. Production of mussels in the waters of the Pasaran Island is expected to continue to be improved, both of production and mastery of technology of cultivation of good (good aquaculture practices) (Sundari and Yudi, 2016), so the green mussel cultivation can be an alternative effort when not in season anchovies (Noor,

2015). Green mussel cultivation on the island is very prospective Market to be developed so that it can increase the level of social welfare on the Pasaran Island. In addition to the influence of the parameters of the physics, chemistry and biology are very important to get a good meat quality (Gavrilovic *et al.*, 2011).

Return To scale Analysis

The Results from Return To scale can be seen Table 2 which shows that the number of standardized beta coefficient of the four researchs free variable is less than 1, namely

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 = 1,30 X_1 + 0,898 X_2 + 0,189 X_3 + 0,003 X_4 = 1,22$$

So it can be concluded that the cultivation of mussels in Pasaran island match increasing return to scale (Setiawati, 2006) dan Ghozali (2012). Used amount of elasticity magnitudes b^1, b^2, b^3, b^n , which has the possibility of greater than one, the same one or smaller than one (Setiawati, 2006). This means that the proportion of the addition of the factors of production (inputs) will produce additional production (output) with a larger proportion of the addition of inputs (Sundari and Yudhi, 2016). The results return to scale showing that mussels farmers will be efficient in the use of factors of production as a whole with the addition of a factor of production (Berliantara *et al.*, 2016). A State of constant return to scale it indicates that if all inputs is increased twice, then the output will be increased twice (Wijianto, 2016).

Conclusion and Suggestion

Conclusion

- Production factors that significantly affect the production of green mussel cultivation in Pasaran Island are bamboo variable, string variable, and harvest cycle variable to.
- Cultivation of green mussels on Pasaran Island is not efficient in the use of production factors.
- Cultivation of green mussels on Pasaran Island is included in the principle of increasing return to scale.

Suggestion

From the existing conclusion can be proposed green mussel training is more optimal, that is, it needs to be done on the use of energy because of loading and not good for the factors of

production and the amount needed to add to make it more profitable.

References

- Ali, M., Maharani, H.W., Hudaidah, S., and Fornando, H. 2015. Analisis Kesesuaian Lahan di Perairan Pulau Pasaran Provinsi Lampung untuk Budidaya Kerang Hijau. *Maspari Journal*, 8(58): 57 – 64.
- Andi, S., Rahmat, K., and Sulistiono. 2018. Penilaian Kondisi Ekologi Perairan Untuk Pengembangan Budidaya Kerang Hijau (*Perna viridis* L.). Institut Pertanian Bogor. *ejournal-balitbang*, 57(1): 57 – 67.
- Andalecio, M.N., Duncan, P.F., Peralta, E.M., Napata, R.P., and Laureta, L.V. 2014 Consumer behavior towards cultured oyster and mussel in Western Visayas, Philippines. *AACL Bioflux* 7(2): 116 – 136.
- Berliantara, Wan, A.Z., and Dyah, A.H.L. 2016. Analisis Efisiensi Produksi Dan Keuntungan Usaha Tani Tomat dataran Rendah Di Kabupaten Lampung Selatan. *JIIA*, 342(1): 342 – 350.
- Cappenberg, H.A.W. 2008. Some aspects of the Biology of the Green Mussel (*Perna viridis*, Linnaeus 1758). *Oseana*, 33(1): 33 – 40.
- Cheng, Y.S. and Dic Lo. 2004. Firm Size, Technical Efficiency and Productivity Growth in the Chinese Industry. Department of Economics Working Papers. No. 144. The School of Oriental and African Studies University of London, UK.
- Fahmi, I. 2003. Strategic management theory and application. Alfabeta, Bandung
- Ferdinan, D., Buchori, A. and Irma, B. 2017. Socio-economic conditions of the Fishers Island Mussels Market Sub Teluk Betung East of the city of Bandar Lampung. *E-journal of Education University of Lampung* 14 things.
- Gasperz, V. 1995. *Total Productivity Management, Global Business Productivity Increase Strategy*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gavrilovic A., Jug-Dujakovic J., Marinovic Bonacic A., Conides A., Bonacic K., Ljubicic A., Van Gorder S., 2011 The influence of environmental parameters on the growth and meat quality of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca: Bivalvia). *AACL Bioflux*, 4(5): 573 – 583.
- Ghozali, I. 2012. *The application of Multivariate Analysis with SPSS Program*. Diponegoro University, Semarang.
- Gujarati and Damodar. 1999. *The Basic Econometrics*, interpreting the Ak. Sumarno Zain, Drs., MBA. Erlangga, Jakarta.
- Gujarati, D.N. 2006. *The Basics of Econometrics Vol. I*. Eason, Jakarta.
- Gujarati, D.N., and Porter, D.C. 2010. The basics of Econometrics vol. 1. Translator Eugenia Mardanugraha, dkk 5. Mc Edition Graw-Hill Education.
- Gujarati D.N. dan Porter DC. 2015. *Dasar-dasar Ekonometrika*. Salemba Empat, Jakarta.
- Jono. 2016. Analysis of Productivity Of Factory Production Function

- Using A Cobb-Douglas. *Spectrum Industries*: 109-230.
- Nicholson, W. 1995. *Micro-Economic theory, the basic principle and the expansion*, interpreting Daniel Wirajaya, 520 thing.
- Noor, N.M. 2015. Prospects of Development of The Cultivation Of Mussels. (*Perna viridis*) in Bandar Lampung Pasaran. Aquasains. *Journal of the science of fisheries and Aquatic Resources*: 239 – 246.
- Nyanti, L., Soo, C.L., Danial-Nakhaie, M.S., Ling, T.Y., Sim, S.F., Grinang, J., Ganyai, T., & Lee, K.S.P. 2018 Effects of water temperature and pH on total suspended solids tolerance of Malaysian native and exotic fish species. *AACL Bioflux*, 11(3): 565 – 575.
- Ompi, M. and Svane, I., 2018 Comparing spawning, larval development, and recruitments of four mussel species (Bivalvia: *Mytilidae*) from South Australia. *AACL Bioflux*, 11(3): 576 – 588.
- Pitaloka, D.A.N. 2015. Filogeografi Green Mussel (*Perna viridis*) in Indonesia and the relation to the cross-Line cruise. *Thesis*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Samad, Q.A. and Patwary, F.K. 2003. Technical efficiency in textile industry of Bangladesh. an application of frontier production function. *International Journal of Information and Management Sciences*: 19 – 30.
- Setiawati, W. 2006. Analysis of Influence factors of production Towards industrial production Fogging fish in Semarang. *Thesis*. Master of Economics and Development Studies.
- Soekartawi. 2003. *Theory of Economic Production Function analysis of Subjects with Cobb-Duoglas*. CV Of an Eagle, Jakarta.
- Sulvina, Maharani, H.W., & Hudaidah, S. 2015. The influence of the different types of the laces Toward the level of Snapping the seed Mussels (*Perna viridis*). *eJRTBP*: 471 – 478.
- Sundari, R.S. and Yudhi, A.A. 2016. The efficiency of use of Production factors on technology Pendederan Catfish (*Clarias* sp) Sangkuriang. *Journal of Fisheries and Marine Technology*, (7): 200 – 207.
- Susanto, H.A., and Imaningati, s. 2014. The level of production efficiency and revenue on Processing anchovies small scale. *Journal of Economics and Policy*: 73 – 84.
- Vakily, J.M. 1989. The biology and culture of mussels of the genus *Perna*. ICLARM Stud. Rev. 17, Manila.
- Wijianto and Ika, F.U. 2016. The influence of Social Status and Family economic conditions against the motivation to work for Early Adolescents (age 12-16 Years) in Ponorogo. 21 *Tijarah Al things*.

MASCULINIZATION OF *Betta splendens* LARVAE WITH JAVA PEPPER (*Piper retrofractum* Vahl) EXTRACT THROUGH IMMERSION

Ajie Prayoga, Ahmad Fahrul Syarif*¹, Eva Prasetyono, Suci Puspita Sari*²

ABSTRACT

Siamese betta fighting fish (*Betta splendens*) is the one of exports commodity of ornamental fish in Indonesia, but the problems of culture that fish is sex ratio of female higher than male. This research aimed to evaluate the effectiveness of java long pepper (*Piper retrofractum* Vahl) for betta siamese fighting fish masculinizations through larval immersion. This research was designed by randomized completely design with three treatments of different java long pepper doses (0,5 mg/L, 1 mg/L, and 2 mg/L), positive control (17 α -metiltestosteron 20 mg/L), and negative control with there replications for each treatments. The treatments of java long pepper doses was given to thirty larvae (D4) through immersion during 24 hours. The research showed that java long pepper extract with dose 2 mg/L obtained the higher male ratio (59,82%) compared with dose 0,5 mg/L (45,11%), 1 mg/L (53,92%), and negative control (23,23%). Java long pepper extract with dose 2 mg/L increased the male ratio 36,59% compared with negative control. Java long pepper extract have no effect for survival rate of siamese betta fighting larvae during cultured.

Keywords: *Siamese Betta Fighting Fish, Betta splendens, Java Long Pepper, Piper retrofractum, Maculinization*

Pendahuluan

Ekspor ikan hias di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami perkembangan yang cukup pesat. Salah satu komoditas utama ikan hias yang potensial dikembangkan adalah ikan cupang karena merupakan 5 besar komoditas pasar ekspor dunia. Ikan cupang khususnya jantan memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi dilihat dari segi morfologi dan warna yang menjadi daya tarik ikan ini. Menurut Yustina *et al.* (2013),

kendala dalam proses budidaya, rasio kelamin ikan cupang yang dihasilkan hanya sebesar 60% betina dan 40% jantan (Yustina *et al.* 2012). Solusi permasalahan rendahnya rasio kelamin jantan ikan cupang adalah maskulinisasi (jantanisasi).

Maskulinisasi umumnya dilakukan dengan menggunakan hormon sintetik 17 α -metiltestosterone (MT). Contreras-Sanchez *et al.* (2001) menyatakan bahwa, hormon MT merupakan salah satu hormon yang bersifat

¹ E-mail: ahmadfahrulsyarif@gmail.com

² Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung

karsinogenik bagi manusia dan berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan serta sulit untuk didegradasi oleh alam secara alami. Oleh sebab itu diperlukan bahan pengganti yang dapat digunakan untuk maskulinisasi yaitu dengan menggunakan bahan-bahan alami yang lebih aman bagi ikan dan manusia. Arfah (2013), dalam penelitiannya tentang maskulinisasi ikan cupang melalui perendaman embrio dalam ekstrak purwoceng berhasil meningkatkan persentase ikan jantan sebesar 62,66%. Selanjutnya, Cahyani (2014) dengan menggunakan tanaman purwoceng melalui perendaman artemia berhasil meningkatkan persentase nisbah kelamin jantan ikan cupang hingga 75%. Ekstrak teripang pasir (*Holothuria scabra*) berhasil meningkatkan nisbah kelamin jantan sebesar 66,66% (Yustina, 2013).

Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) Berdasarkan penelitian Mutiara, *et al.* (2016), pemberian ekstrak cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl) berpengaruh terhadap jumlah sel germinal testis tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*). Hasil tersebut diduga bahwa cabe jawa dapat meningkatkan kadar hormon testosteron pada testis tikus putih (*rattatus norvegicus*). Maskulinisasi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) juga pernah dilakukan dengan ekstrak Cabe Jawa (*Piper retrifractum* Vahl) 2-4 mg/L dan terbukti dapat meningkatkan nisbah kelamin guppy jantan hingga 56,67% (Yusrina *et al.* 2015) Berdasarkan hal tersebut, cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl) diduga dapat digunakan dalam proses maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*).

Metode

Larva ikan cupang diperoleh dari hasil pemijahan 4 pasang induk ikan cupang berumur lebih dari 5 bulan. Larva ikan cupang yang digunakan berumur 4 hari setelah menetas (D4). Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 Perlakuan dan 3 ulangan. Dosis yang digunakan mengacu pada penelitian Yusrina (2015) yang menghasilkan persentase ikan guppy jantan sebesar 56,67% dengan dosis sebanyak 2 mg/L, dengan rancangan percobaan sebagai berikut:

1. Perlakuan A: Ekstrak cabe jawa dengan dosis 0,5 mg/L
2. Perlakuan B: Ekstrak cabe jawa dengan dosis 1 mg/L
3. Perlakuan C: Ekstrak cabe jawa dengan dosis 2 mg/L
4. Perlakuan D: Tanpa ekstrak cabe jawa (Kontrol Negatif)
5. Perlakuan E: *17 α -metilttestosteron* dengan dosis 20 mg/L (Kontrol Positif)

Buah cabe jawa yang digunakan untuk ekstrak adalah yang telah matang atau berwarna merah. Proses pembuatan ekstrak cabe jawa menggunakan etanol 95% sebagai pelarut (metode maserasi). Pengeringan cabe jawa dilakukan dengan penjemuran dibawah sinar matahari selama 3 hari, selanjutnya buah cabe jawa di *blender*. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode maserasi. Hasil ekstrak kemudian dievaporasi dengan

Evaporator pada suhu 80° C dan didapatkan hasil berupa ekstrak kering. Ekstrak yang akan digunakan untuk perendaman larva sebelumnya dilarutkan terlebih dahulu dalam pelarut etanol 95% sebanyak 0,1 mL.

Larva ikan yang berumur 4 hari (D4) dipelihara dalam wadah berupa toples berukuran 2 L yang diisi air sebanyak 1 liter. Larva selanjutnya dimasukkan ke dalam 15 wadah perlakuan perendaman sesuai rancangan percobaan kemudian direndam selama 24 jam. Larva ikan selanjutnya dibagi secara acak sebanyak 30 ekor/wadah. Setiap perlakuan diulang tiga kali, selanjutnya pemeliharaan dilakukan selama 43 hari. Parameter yang diamati meliputi; nisbah kelamin ikan jantan dan derajat kelangsungan hidup. Analisis data dilakukan dengan *Ms. Excel* 2010 (ANOVA) pada taraf uji 5 % kemudian diuji lanjut dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) atau uji *tukey*.

Hasil dan Pembahasan

Nisbah kelamin ikan cupang jantan pada perlakuan *17 α -metiltestosteron* (Kontrol Positif) sebesar 86,77 $\pm$ 1,83 %. Perlakuan tanpa pemberian ekstrak (kontrol negatif) memiliki nilai rata-rata persentase terendah sebesar 23,23 $\pm$ 0,96 %, sedangkan nilai rata-rata persentase untuk perlakuan 0,5 mg/L, 1 mg/L, dan 2 mg/L secara berturut-turut sebesar 45,11 $\pm$ 1,14 %, 53,95 $\pm$ 1,06 %, dan 59,82 $\pm$ 2,8 %. Berdasarkan uji ANOVA dengan taraf uji 5 % didapatkan bahwa ekstrak cabe jawa memiliki pengaruh terhadap persentase nisbah kelamin jantan ikan cupang. Pada uji lanjut

menggunakan BNJ dengan taraf uji 5% didapatkan bahwa perlakuan dosis 2 mg/L berbeda nyata terhadap perlakuan 0,5 mg/L dan 1 mg/L.

Persentase nisbah kelamin jantan pada ikan cupang dengan ekstrak cabe jawa memiliki pengaruh yang lebih nyata dibandingkan dengan kontrol tanpa perlakuan. Winarni (2007) mengatakan, Persentase ikan berkelamin jantan yang tinggi disebabkan karena cabe jawa memiliki kandungan senyawa *steroid* bernama *β -sitosterol*. Senyawa *β -sitosterol* merupakan senyawa yang dapat dikonversi menjadi *testosterone*. Induk bunting ikan guppy yang direndam menggunakan cabe jawa dengan dosis 2 dan 4 mg/L menghasilkan persentase jantan yang lebih baik daripada tanpa perlakuan dengan hasil secara berturut-turut sebesar 56,67 % dan 48,38 %, sedangkan dengan tanpa perlakuan sebesar 20 % (Yusrina, 2015).

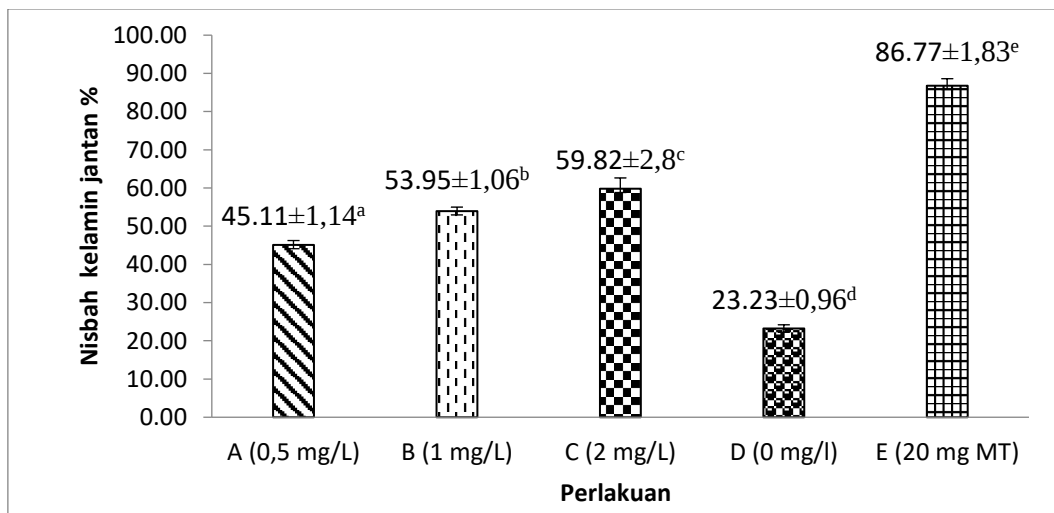
Dosis perendaman ekstrak cabe jawa 2 mg/L merupakan dosis terbaik dalam proses maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*) dibandingkan dosisi yang lain dengan persentase jantan yang dihasilkan sebesar 59,82 $\pm$ 2,81%. Piferrer & Lim (1997) menyatakan bahwa aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam pengaplikasian *sex reversal*, salah satunya adalah dosis hormon yang digunakan.

Dosis hormon sebagai salah satu aspek dalam aplikasi maskulinisasi harus berada pada dosis yang tepat. Penggunaan dosis yang lebih banyak tidak selalu memberikan hasil yang positif terhadap nisbah kelamin jantan ikan cupang. Berdasarkan penelitian Cahyani

(2014) pada maskulinisasi ikan cupang (*Betta splendens*) dengan ekstrak tanaman purwoceng dosis (20, 40, 60 mg/L) melalui perendaman artemia terjadi penurunan nisbah kelamin ikan jantan secara berturut-turut sebesar 75 %, 65 %, dan 40 %. Ekstrak tanaman purwoceng melalui perendaman embrio juga mengalami penurunan nisbah kelamin jantan. Perlakuan dosis ekstrak tanaman purwoceng 10, 20, dan 30 μ L/L menghasilkan persentase nisbah kelamin jantan sebesar 62,68 %, 62,66 %, dan 39,72 %. Penurunan nisbah kelamin seiring pertambahan dosis ini membuktikan bahwa takaran dosis yang sesuai

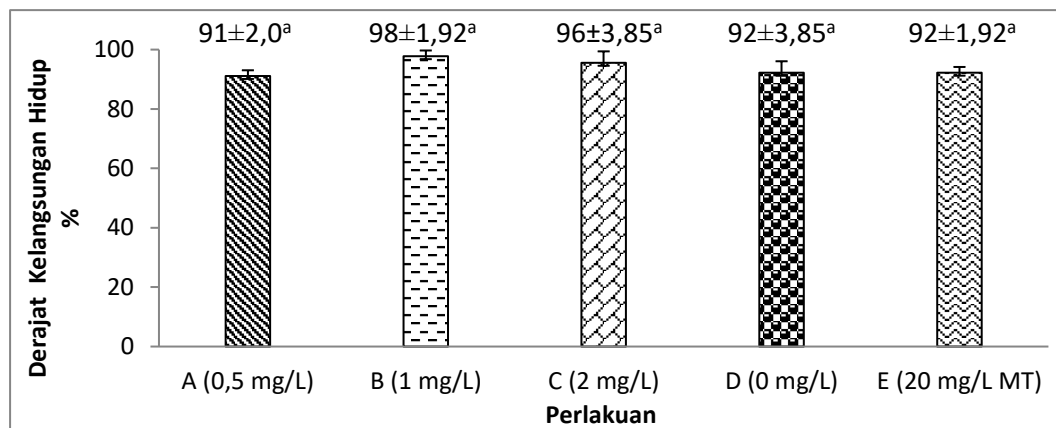
sangat mempengaruhi proses maskulinisasi (Arfah, 2013).

Maskuliniasi ikan cupang dengan ekstrak cabe jawa melalui perendaman larva, menghasilkan nisbah kelamin jantan ikan cupang tertinggi adalah dosis 2 mg/L Artinya pemberian ekstrak cabe jawa 2 mg/L terhadap larva ikan cupang mampu meningkatkan nisbah kelamin sebesar 36,59% daripada tanpa perlakuan apapun (kontrol negatif), sedangkan perbandingan persentase antara dosis ekstrak cabe jawa 2 mg/L dengan pemberian *17 α -metiltestosteron* (kontrol positif) adalah sebesar 26,95%.



*) Huruf superscript yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata

Gambar 1. Nisbah kelamin ikan cupang selama penelitian



*) Huruf *superscript* yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata

Gambar 2. Kelangsungan hidup ikan cupang selama penelitian

Derajat kelangsungan hidup ikan cupang selama pemeliharaan menunjukkan bahwa perlakuan 1 mg/L menghasilkan persentase tertinggi, yaitu sebesar 98±1,92 %. Tingkat kelulusan hidup terendah berada pada perlakuan 0,5 mg/L sebesar 91±2 %. Persentase kelulusan hidup pada tanpa perlakuan (kontrol negatif) dan *17α-metiltestosteron* (kontrol positif) menghasilkan persentase yang relatif sama sebesar 92±3,85 % dan 92±1,92 %, sedangkan untuk perlakuan 2 mg/L sebesar 96±3,85 %. Berdasarkan uji ANOVA dengan taraf uji 5 % didapatkan bahwa ekstrak cabe jawa tidak memiliki pengaruh terhadap derajat kelangsungan hidup ikan cupang.

Derajat kelangsungan hidup pada perlakuan ekstrak cabe jawa yang berada pada kisaran 91 % sampai dengan 98 % diduga karena pengaruh senyawa minyak atsiri yang berfungsi untuk meningkatkan daya tahan tubuh ikan dan melawan bakteri penyebab penyakit (Lely *et al.*, 2017). Peningkatan daya tahan tubuh menjadikan larva ikan menjadi lebih kebal terhadap penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

ekstrak cabe jawa tidak bersifat toksik (racun) terhadap kelulusan hidup ikan cupang selama perendaman.

Kesimpulan dan Saran

Ekstrak cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl) dengan dosis 2 mg/L meningkatkan nisbah kelamin jantan sebesar 36,59 % dibandingkan dengan kontrol negatif (tanpa penambahan hormon tertentu). Penggunaan ekstrak dengan penambahan dosis kedepan perlu dilakukan untuk melihat pengaruh peningkatan nisbah kelamin jantan pada ikan cupang.

Daftar Pustaka

- Arfah, H, Soelistyowati, D.T., & Bulkini, A. 2013. Maskulinisasi upang (*Betta splendens*) melalui perendaman embrio dalam ekstrak purwoceng (*Pimpinella alpina*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(2): 144 – 149.
- Cahyani, D. 2014. Maskulinisasi Ikan Cupang *Betta splendens* dengan Ekstrak Tanaman Purwoceng *Pimpinella alpina* melalui

- Perendaman Artemia. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Contreras-Sanchez, W.M., Fitzpatrick, W.M., & Schreck, C.B. 2001. Fate of methyltestosterone in the pond environment: impact of Mt-contaminated soil on tilapia sex differentiation. *Eighteenth Annual Technical Report*, US.
- Lely, N, Nurhasana, F., & Azizah, M. 2017. Aktivitas antibakteri minyak atsiri rimpang lengkuas merah (*Alpinia purpurata* k. Schum) terhadap bakteri penyebab diare. *SCIENTIA*, 7(1): 42 – 48
- Mutiara, U.G., Sutyarso, & Mustofa, S. 2013. Pengaruh Pemberian Ekstrak Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl) dan Zinc (Zn) Terhadap Jumlah Sel Germinal Testis Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*). *MAJORITY (Medical Journal of Lampung University)*, 5(2): 147 – 155.
- Piferrer, F. & Lim, L.C. 1997. Application of sex reversal technology in ornamental fish culture. *Jurnal aquarium science and conservation*, 1: 113 – 118.
- Winarni, D. 2007. Efek ekstrak akar ginseng jawa dan korea terhadap libido mencit jantan pada prakondisi testosteron rendah. *Berk. Penel. Hayati*, 12: 153 – 159
- Yusrina, W. 2015. Maskulinisasi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) dengan ekstrak cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl) melalui perendaman induk bunting. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yustina, Arnetis, & Ariani. 2012. Efektivitas tepung teripang Pasir (*Holothuria scabra*) terhadap Maskulinisasi Ikan cupang (*Betta splendens*). *Biogenesis*, 9(1): 37 – 44.

THE EFFECT OF PHYTASE ENZYMES ADDITION ON ARTIFICIAL FEED ON HOVEN'S CARP GROWTH, *Leptobarbus hoeveni* (Bleeker, 1851)

Nora Sintia*¹, Deny Sapto Chondro Utomo, Indra Gumay Yudha*²

ABSTRACT

Hoven's carp is a freshwater fish found in Indonesian. This study aims to study the effect of the addition of phytase enzymes with different doses on commercial feed on the growth rate of *hoven's carp* and determine the dose of the phytase enzyme that is best for the growth of sooty fish. This research was conducted for 70 days at the Fisheries Cultivation Laboratory, Department of Fisheries and Marine Resources, Faculty of Agriculture, University of Lampung. This study used a completely randomized design with 4 treatments and 3 replications. treatment A without the administration of phytase enzymes, B giving phytase enzymes 250 mg/kg of feed, C giving phytase enzymes 500 mg / kg feed, D giving phytase enzymes 750 mg / kg of feed. The parameters observed were absolute length growth, absolute weight growth, daily growth rate, SR, FCR, and protein retention. The results showed that the administration of phytase enzymes had an effect on fish growth with a dose of phytase enzyme 750 mg / kg of feed showing good results.

Keywords: *hoven's carp*, *phytase enzymes*, *growth*

Pendahuluan

Ikan jelawat *Leptobarbus hoeveni* (Blkr, 1851) merupakan ikan air tawar yang ditemukan di perairan umum Indonesia, seperti di Sumatera dan Kalimantan. Ikan jelawat juga dapat dijumpai di kawasan Asia Tenggara, seperti negara tetangga Malaysia, Brunei, Vietnam, Thailand, dan Kamboja. Di kawasan tersebut ikan jelawat mendiami area anak sungai, dan daerah genangan kawasan hulu hingga hilir, bahkan di muara

sungai yang berlubuk dan berhutan di pinggirnya.

Ikan jelawat ini sangat digemari oleh masyarakat Malaysia dan Brunei. Hal tersebut menjadikan ikan jelawat memiliki permintaan pasar yang cukup tinggi. Untuk memenuhi kebutuhan pasar dikirim sebanyak 25 ton/bulan (Sunarno, 2001).

Dikarenakan kebutuhan pasar yang tinggi pembudidayaan ikan jelawat perlu dilakukan. Pembudidayaan tersebut diharapkan agar populasi ikan jelawat tidak mengalami penurunan yang

¹ E-mail: norasintia912@yahoo.co.id

² Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. S. Brodjonegoro No.1 Gedong Meneng Bandar Lampung, 35145

diakibatkan oleh penangkapan terus menerus. Penurunan jumlah ikan jelawat di alam mendorong minat masyarakat untuk mengembangkan budidayanya sebagai sebuah alternatif usaha dan sekaligus melakukan upaya pelestarian plasma nutfah ikan asli perairan Indonesia.

Pertumbuhan ikan jelawat yang lambat merupakan permasalahan pada saat pembudidayaan ikan jelawat. Hal ini membuat masyarakat enggan untuk mem-budidayakannya dan lebih memilih jenis ikan lain yang masa pertumbuhannya lebih cepat serta menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi. Pertumbuhan ikan jelawat diperkirakan 9 – 10 bulan sehingga menyebabkan pakan yang dikonsumsinya juga sangat tinggi (Aryani, 2005 dalam Aryani *et al.*, 2009).

Pertumbuhan ikan yang lambat salah satunya diakibatkan karena di dalam pakan terdapat salah satu bahan nabati contohnya seperti tepung bungkil kedelai dengan kandungan protein yaitu sekitar 42 % yang mempunyai serat kasar yang tinggi. Bungkil kedelai tersebut mengandung zat antinutrisi atau asam fitat. Kemampuan asam fitat yang tinggi mampu mengikat mineral seperti kalsium, magnesium, seng, tembaga, besi, dan kalium, sehingga membuat penyerapan dan pencernaan ikan terganggu (Kumar *et al.* 2011).

Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menambahkan enzim fitase dalam pakan sehingga, diharapkan dapat menghambat zat antinutrisi dan meningkatkan penyerapan serta mengatur ekskresi nutrisi (fosfor, nitrogen, dan mineral). Selain itu enzim fitase dapat menghidrolisis

asam fitat cadangan unsur fosfat yang terdapat dalam pakan sehingga menjadi inositol serta asam fosfat. Pengaplikasian enzim fitase telah banyak dibuktikan mampu meningkatkan pertumbuhan beberapa jenis ikan seperti ikan nila (*O. niloticus*) (Rachmawati dan Samidjan, 2014), ikan baung (*Mystus nemurus*) (Rachmawati *et al.*, 2016), dan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) (Rachmawati, 2001). Berdasarkan hal tersebut penelitian mengenai pemberian enzim fitase dengan dosis yang berbeda perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan, kelulus-hidupan dan penentuan dosis terbaik pada ikan jelawat.

Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober – Desember 2018 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kolam terpal sebanyak 12 buah berukuran $1,5 \times 1 \times 0,5 \text{ m}^3$, waring, saringan, ember, timbangan digital, pH meter, termometer, DO test-kit, alat tulis, plastik zip, penggaris, scoopnet, spray, dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih ikan jelawat yang digunakan berasal dari BBAT Jambi sebanyak 180 ekor dengan ukuran benih 5 – 7 cm dan berat 5 g/ekor yang berumur 3 bulan. Penelitian diawali dengan

penambahan enzim fitase pada pakan komersil dengan dosis yang berbeda-beda untuk pertumbuhan ikan jelawat.

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yang masing-masing perlakuan terdiri dari 3. Perlakuan yang digunakan yaitu A (tanpa enzim fitase), B (enzim fitase 250 mg/kg pakan), C (enzim fitase 500 mg/kg pakan), dan D (enzim fitase 750 mg/kg pakan).

Persiapan Wadah dan Media Pemeliharaan

Wadah penampungan ikan jelawat berupa kolam berukuran $2 \times 4 \times 1 \text{ m}^3$, yang diisi air setinggi $\pm 30 \text{ cm}$ dan dibiarkan selama 3 hari kemudian ikan jelawat diaklimatisasi selama 1 minggu sebelum perlakuan. Wadah pemeliharaan yang akan digunakan berupa kolam 1 buah yang terlebih dahulu dibersihkan dan dikeringkan kemudian disekat menjadi 12 petak, dengan ukuran $1,5 \times 1 \times 0,5 \text{ m}^3$. Penebaran benih dilakukan pada pagi hari. Benih yang ditebar berukuran 7-9 cm dimasukkan ke dalam kolam yang sudah disekat dengan padat tebar 15 ekor/petak. Pemeliharaan benih ikan jelawat dilakukan selama 70 hari.

Pemberian Enzim Fitase melalui Pakan Komersil

Persiapan pakan buatan yang akan digunakan, Pakan kontrol ditambahkan kuning telur sebanyak 20 mg/kg pakan. Enzim fitase ditimbang dengan dosis masing-masing sesuai dengan perlakuan yakni dosis 250, 500, dan 700 mg/kg pakan dan dilarutkan dalam larutan

PBS sebanyak 100 ml tiap dosis perlakuan yang berfungsi sebagai pengencer dan ditambahkan putih telur sebanyak 20 mg/kg pakan berfungsi sebagai *binder*. Larutan yang telah tercampur dimasukkan ke dalam *sprayer* dan pakan disemprot dengan larutan enzim fitase yang telah dipersiapkan sebelumnya, pakan yang telah diberi enzim fitase kemudian didiamkan selama 24 jam dalam wadah tertutup. Pakan uji yang telah dibuat kemudian diuji coba ke stok benih ikan jelawat yang ada. Hal ini bertujuan untuk mengujikan pakan apakah pakan yang telah dibuat dapat dan mau dimakan oleh ikan.

Pemberian Pakan

Pakan yang diberikan selama pemeliharaan adalah pakan pelet dengan frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari pada pukul 08:00 WIB, 12.00 WIB, dan 16.00 WIB sebanyak 5% dari bobot biomassa.

Sampling

Sampel Sampling partum-buhan dalam penelitian ini diambil sebanyak 10 ekor/ulangan yang dihitung panjang dan berat tubuhnya. Sampling dilakukan setiap 7 hari sekali.

Parameter Penelitian

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak akan diukur dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Effendie, 1997):

$$L = L_t - L_o$$

Keterangan :

L = Pertumbuhan panjang(mm)

L_t = Pertumbuhan panjang sesudah pemeliharaan (mm)

Lo = Pertumbuhan panjang sebelum pemeliharaan (mm)

Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak akan diukur dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Effendie, 1997):

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan :

W = Pertumbuhan bobot (g)

W_t = Berat ikan saat akhir penelitian (g)

W_o = Berat ikan saat awal penelitian (g)

Kelulushidupan

Kelulushidupan diperoleh berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Zonneveld *et al.* (1991) yaitu:

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

Keterangan:

SR = Kelangsungan hidup (%)

N_t = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

N_o = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Laju Konversi Pakan (FCR)

Laju konversi pakan (FCR) adalah jumlah pakan yang dihabiskan. Menggunakan persamaan menurut (Effendi 1997):

$$FCR = \frac{F}{(W_t + W_d) - W_o}$$

Keterangan:

FCR = Laju konversi pakan

F = Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g)

W_o = Berat ikan saat awal penelitian (g)

W_t = Berat ikan saat akhir penelitian (g)

W_d = Berat ikan mati (g)

Retensi Protein

Retensi protein digunakan untuk mengetahui kandungan protein yang ada di dalam tubuh ikan. Perhitungan retensi protein (RP) dengan menggunakan persamaan menurut Watanabe (1988):

$$RP = \frac{P_t - P_o}{P_p} \times 100\%$$

Keterangan:

RP = Retensi Protein (%)

P_t = Protein ikan pada hari ke-t (g)

P_o = Protein ikan pada hari ke-0 (g)

P_p = Jumlah protein pakan yang dikonsumsi (g)

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH meter, DO, nitrat, dan fosfat. Suhu diukur menggunakan *thermometer*, pH diukur menggunakan kertas pH, dan DO diukur menggunakan *DO test-kit*. Pengukuran dilakukan pada setiap perlakuan dengan frekuensi 7 hari sekali.

Analisis Data

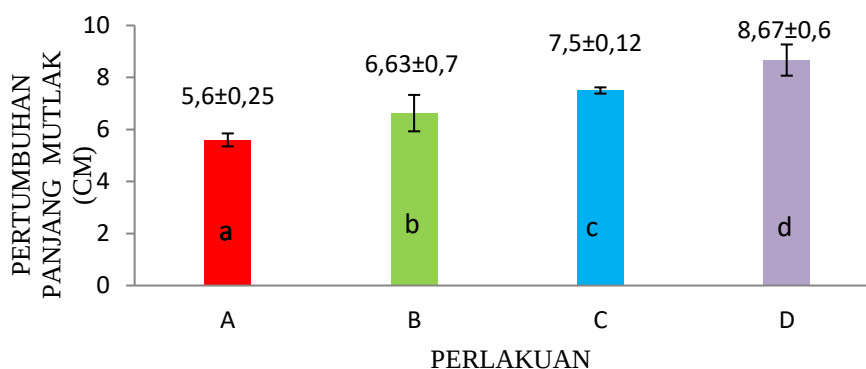
Data pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan berat mutlak, SR (*Survival Rate*), laju konversi pakan (FCR) serta retensi protein pada ikan jelawat diuji homogenitas dan normalitasnya. Data yang telah homogen dan normal diolah dengan sistem analisis sidik ragam (Anova) untuk mengetahui pengaruh pemberian enzim fitase terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan jelawat. Apabila berbeda nyata antar perlakuan maka diuji lanjut dengan uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%. Adapun

kualitas air dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Hasil pengamatan setiap minggunya dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan: huruf kecil yang sama pada histogram menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata Gambar 1. Pertumbuhan Panjang Mutlak Ikan Jelawat

Berdasarkan data pertumbuhan panjang mutlak ikan jelawat nilai tertinggi yaitu pada perlakuan D $8,67 \pm 0,6$ cm, kemudian diikuti pada perlakuan C yaitu $7,5 \pm 0,12$ cm, perlakuan B yaitu $6,63 \pm 0,7$ cm, dan terendah pada perlakuan A tanpa enzim fitase yaitu $5,6 \pm 0,25$ cm. Hasil analisis sidik ragam (Anova) menunjukkan bahwa pemberian enzim fitase pada ikan jelawat berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan jelawat.

Suplementasi fitase dalam pakan mampu menghidrolisis asam fitat sehingga meningkatkan ketersediaan nutrisi, ketersediaan mineral, protein, asam amino, dan kompleks ion kofaktor enzim yang dibutuhkan untuk aktivitas enzim. Asam amino berperan untuk menyusun jaringan tubuh dan berperan dalam pertumbuhan, sehingga dengan peningkatan ketersediaan asam amino ini

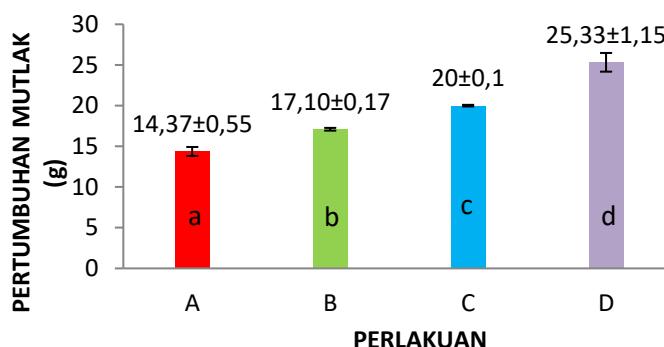
meningkatkan pertumbuhan dan penambahan panjang badan ikan.

Suplementasi fitase dalam pakan mampu meningkatkan pemanfaatan ketersediaan asam amino terutama metionin responsif terhadap penambahan enzim fitase dalam pakan sehingga meningkatkan pencernaan asam amino dan rasio efisiensi protein sehingga meningkatnya kinerja pertumbuhan, dapat dilihat pada perlakuan D menunjukkan hasil yang lebih baik karena ikan jelawat mampu memanfaatkan pakan dengan baik.

Pertumbuhan merupakan perubahan ukuran yang terjadi baik dalam berat, panjang, maupun volume selama periode waktu tertentu akibat pembelahan sel yang terdapat pada bagian terbesar dari makhluk hidup.

Pertumbuhan Berat Mutlak

Hasil pengamatan berat ikan jelawat setiap minggunya dapat dilihat pada Gambar 2.



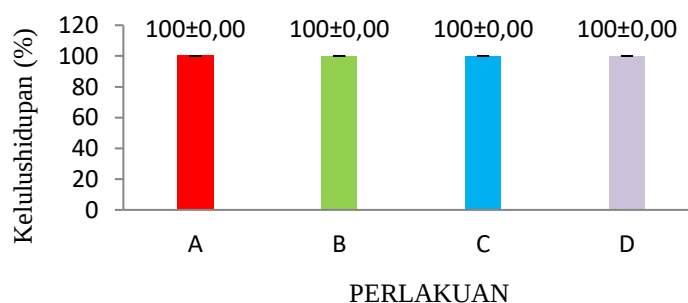
Keterangan: huruf kecil yang sama pada histogram menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata
Gambar 2. Pertumbuhan Berat Mutlak Ikan Jelawat

Asam fitat diurai menjadi inositol dan asam fosfat. Inositol adalah salah satu vitamin yang dibutuhkan ikan. Seperti yang diungkapkan Rachmawati dan Samidjan (2014) bahwa inositol merupakan salah satu vitamin yang diperlukan untuk pertumbuhan normal tubuh, pemeliharaan serta reproduksi. Pada perlakuan D menunjukkan hasil pertumbuhan yang lebih baik karena ikan dapat memanfaatkan inositol sebagai vitamin yang diperlukan untuk

pertumbuhan sehingga pada perlakuan D ikan dapat tumbuh dengan maksimal. Gejala kekurangan inositol yaitu berkurangnya nafsu makan, lambatnya pengosongan lambung, anemia, dan pertumbuhan menjadi lambat.

Kelulushidupan

Hasil pengamatan kelulushidupan ikan jelawat yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kelulushidupan Ikan Jelawat

Berdasarkan hasil penelitian selama 70 hari diperoleh hasil SR sebesar 100 % pada setiap perlakuan dikarenakan tidak ada ikan yang

mengalami kematian. Hasil analisis sidik ragam (Anova) menunjukkan bahwa pemberian enzim fitase pada

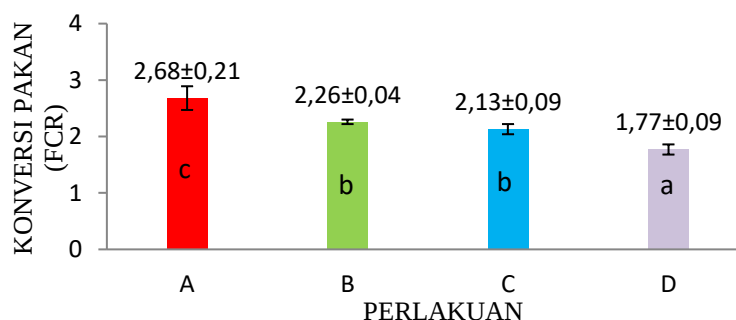
ikan jelawat tidak berpengaruh terhadap kelulushidupan ikan jelawat.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa lingkungan serta perlakuan pemberian pakan yang mengandung enzim fitase dengan dosis berbeda

tidak mengganggu tingkat kelangsungan hidup ikan jelawat.

Laju Konversi Pakan (FCR)

Hasil perhitungan laju konversi pakan (FCR) dapat dilihat pada Gambar 4.



Keterangan: huruf kecil yang sama pada histogram menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata Gambar 4. Konversi Pakan Ikan Jelawat

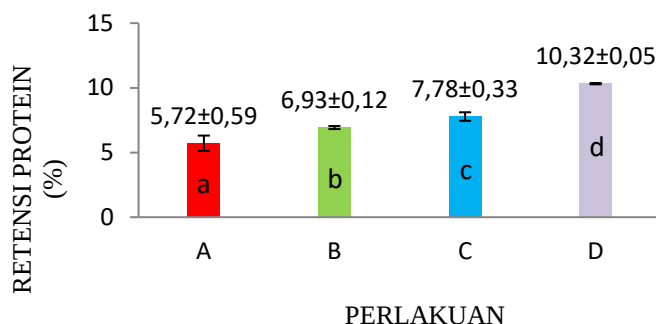
Berdasarkan data laju konversi pakan ikan jelawat nilai terbaik pada perlakuan D yaitu $1,77 \pm 0,09$, kemudian diikuti perlakuan C yaitu $2,13 \pm 0,09$, perlakuan B yaitu $2,26 \pm 0,04$, perlakuan A tanpa enzim fitase yaitu $2,68 \pm 0,21$. Hasil analisis sidik ragam (Anova) menunjukkan bahwa pemberian enzim fitase pada ikan jelawat berpengaruh terhadap laju konversi pakan ikan jelawat.

Hasil menunjukkan pemberian enzim fitase pada ikan jelawat dengan dosis D 750 mg/kg pakan merupakan dosis yang menunjukkan hasil yang baik. Hasil penelitian pada perlakuan D menunjukkan hasil FCR yang terbaik bila dibandingkan dengan perlakuan A tanpa penambahan enzim fitase.

Rendahnya nilai FCR pada perlakuan D (750 mg/kg pakan) dipengaruhi oleh enzim fitase yang mampu memecah asam fitat yang menghambat penyerapan nutrisi. menurut Rachmawati dan Hutabarat (2006), mengungkapkan bahwa enzim fitase merupakan suplemen yang diperlukan untuk membantu penyerapan dan pemanfaatan nutrisi yang dihambat oleh zat anti nutrisi, sehingga nutrisi mampu dimanfaatkan secara maksimal di dalam tubuh ikan.

Retensi Protein

Hasil perhitungan retensi protein ikan jelawat lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Keterangan: huruf kecil yang sama pada histogram menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata
Gambar 5. Retensi Protein Ikan Jelawat

Berdasarkan data retensi protein, nilai tertinggi terdapat pada perlakuan D yaitu $10,32 \pm 0,05$ %, kemudian diikuti perlakuan C $7,78 \pm 0,33$ %, perlakuan B $6,93 \pm 0,12$ %, dan perlakuan A yaitu $5,72 \pm 0,59$ %. Hasil analisis sidik ragam (Anova) menunjukkan bahwa pemberian enzim fitase pada ikan jelawat berpengaruh terhadap retensi protein ikan jelawat.

Perlakuan D merupakan dosis yang efektif karena protein menghasilkan asam amino yang tinggi sehingga banyak yang dapat diserap oleh tubuh ikan. Tingginya retensi protein disebabkan enzim fitase yang terdapat dalam pakan mampu menurunkan dan dapat memutuskan ikatan asam fitat dengan protein dan mineral kompleks. Hal ini akan memberikan pengaruh terhadap enzim pencernaan khususnya enzim pemecah protein dalam menguraikan protein menjadi asam amino penyusunnya

Pertumbuhan ikan yang lambat disebabkan karena kandungan energi pakan khususnya yang berasal dari karbohidrat dan lemak tidak cukup untuk proses metabolisme. Akibatnya protein digunakan untuk proses tersebut, sehingga protein dalam pakan tidak mencukupi bagi ikan

untuk proses pertumbuhan. Hal tersebut yang menyebabkan nilai retensi protein ikan rendah.

Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air selama pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air Pemeliharaan

Parameter	Hasil Pengamatan	Nilai Optimal
Suhu (°C)	27 – 28	25 – 32*
pH	7 – 8	6,5 – 9,5**
DO (mg/l)	4,10 – 4,86	3 – 6***

Sumber: * Rusnah (2004)

** Boyd (1979)

*** Puslitbangkan (1992)

Suhu pada selama penelitian yaitu 27 – 28 °C hal menunjukkan bahwa suhu air pada penelitian ini sudah layak untuk pertumbuhan ikan jelawat. Hasil pengukuran pH selama penelitian yaitu 7 – 8 dan merupakan kisaran pH yang sesuai untuk pertumbuhan ikan jelawat menurut Boyd (1979). Kandungan oksigen terlarut (DO) selama penelitian berkisar antara 4,10 – 4,86 mg/l sudah mencukupi kebutuhan ikan jelawat karena kisaran oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan ikan jelawat

antara 3 – 6 mg/l (Puslitbangkan, 1992).

Kesimpulan dan Saran

Penambahan enzim fitase pada pakan dengan dosis 750 mg/kg pakan dapat meningkatkan pertumbuhan Panjang mutlak, pertumbuhan berat mutlak, laju konversi pakan, dan retensi protein pada ikan jelawat.

Daftar Pustaka

- Aryani, N., Z. Zen, H. Syandri, dan Jaswandi. 2009. Study on nutrition of eggs jelawat (*Leptobarbus hoeveni*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 14(1): 26-36.
- Boyd, C.T. 1979. *Water Quality in Warmwater Fish Pond*. Auburn University Press, Alabama. 359 Hal.
- Chung, T.K. 2001. *Sustaining Livestock Production and Environment*. Food and Agriculture Asia Pacific Development, Singapore. 54 Hal.
- Effendie, M.I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri, Bogor. 112 Hal.
- Hijriati, K.H. 2012. Kualitas Telur dan Perkembangan Awal Larva Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*, Valenciennes (1998) di Desa Air Naga, Tanjung Pandan, Belitung. *Tesis*. Program Pascasarjana, Universitas Indonesia, Jakarta. 13-14 Hal.
- Hossain, M.A. dan K. Jauncey. 1993. *The Effects of Varying Dietary Phytic Acid, Calcium and Magnesium Levels on the Nutrition of Common Carp, Cyprinus carpio*. dalam: (S.J. Kaushik, dan P. Luquet. (Eds.), *Fish Nutrition in Practice*. INRA Editions, Paris. 705-715 Hal.
- Kosim, M., D. Rachmawati, dan I. Samidjan. 2016. Pengaruh penambahan enzim fitase dalam pakan buatan terhadap laju pertumbuhan relatif, efisiensi pemanfaatan pakan dan kelulushidupan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(2): 26-34.
- Kumar, V., A.K. Sinha, H.P.S. Makkar, G. De Boeck, dan K. Becker. 2011. Phytate and Phytase in Fish Nutrition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(3): 335-364.
- Puslitbangkan. 1992. *Teknik Pembesaran Ikan Jelawat (Leptobarbus hoevenii Blkr) Secara Terkontrol*. Departemen Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Jakarta. 11 Hal.
- Rachmawati, D. dan J. Hutabarat. 2006. Efek Ronozyme P dalam pakan buatan terhadap pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Ilmu Kelautan*, 11(4): 193-200.
- Rachmawati, D. dan I. Samidjan. 2014. Penambahan Fitase dalam Pakan Buatan sebagai Upaya Peningkatan Kecernaan, Laju Pertumbuhan Spesifik dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Saintek Perikanan*, 10(1): 48-55.
- Rachmawati, A.M., M. Arief, dan Prayogo. 2016. Penambahan enzim fitase pada pakan buatan terhadap nilai pencernaan protein dan energi ikan baung (*Mystus Nemurus*) dengan teknik

- pembedahan. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(1): 1-7.
- Sunarno, M.T.D. 2001. Strategi pemeliharaan ikan jelawat (*Leptobarbus hoevani*) dalam keramba mini di Danau Teluk Jambi. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*, 7(3): 2-9.
- Syafriadiman, N.A. Pamukas, dan S. Hasibuan. 2005. *Penuntun Praktikum Pengelolaan Kualitas Air*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Riau. 35 Hal.

THE EFFECT OF IMMERSION OF MANGROVE *Avicennia alba* (Tomlinson, 1986) LEAF EXTRACT WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS IN PREVENTING BACTERIAL DISEASE *Vibrio harveyi* (Johnson & Shunk, 1936) IN VANAME SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) (Boone, 1931)

Eka Nur Farida*¹, Rara Diantari, Esti Harpeni, Wardiyanto, Qadar Hasani, Herman Yulianto, Maulid Wahid Yusuf, Oktora Susanti*²

ABSTRACT

Vibriosis is a disease that often attack shrimp culture, some of the most dangerous types of Vibrio bacteria are V. harveyi. The use of natural materials is an alternative that can be applied to prevent bacterial disease. One of the mangrove species that has an antibacterial compound is A. alba. A. alba has alkaloid, saponins, and flavonoids compounds that can inhibit the function of cytoplasmic membranes and energy metabolism in bacteria. This study was conducted to determine the effectiveness of A. alba leaf extract A. alba in inhibiting V. harveyi disease in vaname shrimp (Litopenaeus vannamei). This research was conducted in several stages, namely extraction of mangrove leaves, both in vivo and in vitro. The highest SR, RPS and MTD values were obtained at a concentration of 250 mg/l with each value of 80 %, 60 %, 75th respectively hour. Mangrove leaf extract A. alba was able to prevent diseases caused by the bacteria V. harveyi, with the best results at an extract concentration of 250 mg/l where the concentration can significantly higher SR, RPS, and MTD compared to other treatments.

Keywords: A. alba leaf extract, V. harveyi, Litopenaeus vannamei

Pendahuluan

Serangan penyakit pada udang vaname dapat terjadi mulai dari pembenihan hingga pembesaran. Penyakit merupakan masalah utama yang belum teratasi hingga sekarang (Septiani *et al.*, 2016). Penyakit yang sering timbul pada budidaya udang yaitu penyakit *Vibriosis*.

Penyakit *Vibriosis* merupakan penyakit yang mudah timbul pada

budidaya udang. Penyakit *Vibriosis* sering menyebabkan kerugian baik pada fase pembenihan maupun pembesaran, akibat kematian yang ditimbulkan (Kharisma *et al.*, 2012). Salah satu jenis bakteri *Vibrio*, yang sering menyerang budidaya udang adalah *V. harveyi* (Kannapiran *et al.*, 2009). Bakteri *V. harveyi* adalah bakteri gram negatif dan bakteri yang bersifat oportunistik, yaitu organisme yang dalam keadaan normal ada di

¹ E-mail: faridaeka94@yahoo.com

² Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. S. Brodjonegoro No.1 Gedong Meneng Bandar Lampung, 35145

lingkungan pemeliharaan, yang berkembang menjadi patogen apabila kondisi lingkungan dan inangnya memburuk (Widanarni *et al.*, 2012).

Salah satu upaya dalam pencegahan penyakit udang adalah melalui peningkatan sistem pertahanan tubuh udang (Johnny *et al.*, 2005). Udang memiliki daya tahan tubuh alami yang bersifat non spesifik terhadap organisme patogen berupa pertahanan fisik (mekanik), kimia, seluler, dan humoral. Sistem imun udang tergantung pada proses pertahanan non spesifik sebagai pertahanan terhadap infeksi (Lee *et al.*, 2004).

Penggunaan bahan alami merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam peningkatan sistem imun dan juga sebagai antibakteri pada udang salah satunya tanaman mangrove. Salah satu spesies mangrove yang dapat meningkatkan sistem imun dan sebagai senyawa antibakteri yaitu *A. alba*. diketahui bahwa bagian daun *A. alba*. memiliki senyawa *saponin*, *tannin*, dan *steroid* (Handayani, 2012).

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun mangrove *A. alba* dalam menghambat penyakit *V. harveyi* pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

Metode

Ekstraksi Daun Mangrove

Daun mangrove diperoleh dari Pulau Pasaran, Kecamatan Teluk Betung Barat, Bandar Lampung. Proses ekstraksi dilakukan menurut (Cendrianti *et al.*, 2013) dengan mencuci daun mangrove *A. alba*., lalu dikeringkan, kemudian ditimbang

sebanyak 100 gr dan dihaluskan. Selanjutnya daun dimasukkan kedalam erlenmeyer dan dimaserasi menggunakan metanol 70% selama 24 jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring. Selanjutnya proses ekstraksi dilanjutkan dengan menggunakan *Vacuum Rotary Evaporator* (Buchi type) pada suhu 37°C (15,36 g).

Penyediaan Bakteri *V. harveyi*

Bakteri *V. harveyi* dikultur dengan menggunakan media NB (Merck No, 12000000-KIM-000061548) dan di shaker selama 24 jam kemudian diukur menggunakan *spektrofotometer* (Thermo scientific Genesys 20) dengan panjang gelombang 625 nm hingga kepadatan bakteri 10^7 CFU/ml.

Uji In Vitro

Uji in vitro dilakukan dengan uji antibakteri atau uji daya hambat dengan metode (*agar disc diffusion method*) menurut Davis *et al.*, (1971). Dosis ekstrak yang digunakan dalam uji in vitro yaitu 150, 200, 250, 300 dan 350 mg/l. Media yang digunakan dalam uji antibakteri yaitu media NA (Merck no. 12000000-KIM-000061548).

Bakteri *V. harveyi* dengan kepadatan 10^7 CFU/ml dimasukkan kedalam cawan petri yang berisi media padat NA sebanyak 20µl dan diratakan menggunakan *spreader*, kemudian kertas cakram yang sebelumnya telah disterilisasi diberi larutan metanol untuk kontrol (-), antibiotik *Chloramphenicol* 250 mg (SANBE-Bandung) untuk kontrol (+), dan ekstrak daun mangrove dengan dosis 150, 200, 250, 300, dan 350 mg/l. kertas cakram diletakkan

kedalam media yang telah berisi bakteri *V. harveyi* dan diinkubasi selama 24 jam dan 48 jam selanjutnya diukur zona hambat yang terbentuk menggunakan jangka sorong.

Percobaan Utama

Percobaan utama atau Uji *In Vivo* dilakukan pada udang dengan ukuran 10 gr. Udang di budidaya dalam akuarium dengan ukuran 60 x 40 x 50 cm. Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan dengan 3 ulangan, perlakuan yang digunakan yaitu K+ (tidak diberi ekstrak daun mangrove *A. alba.*, namun di uji tantang dengan menggunakan bakteri *V. harveyi*), K- (tidak diberi ekstrak daun mangrove *A. alba.*, dan diuji tantang dengan larutan PBS), serta 3 dosis terbaik ekstrak daun mangrove *A. alba.*, yang didapat dari uji antibakteri yaitu 150, 250, dan 350 mg/l. Udang uji terlebih dahulu di aklimatisasi selama 7 hari, kemudian direndam dengan menggunakan ekstrak daun mangrove *A. alba.* dengan konsentrasi yang telah didapat dari uji *in vitro* yaitu 150, 250, dan 350 mg/l selama 15 menit kemudian dipelihara selama 7 hari. Selanjutnya udang diuji tantang menggunakan bakteri *V. harveyi* dengan kepadatan 10^7 CFU/ml melalui injeksi secara intramuskular, kemudian dipelihara selama 7 hari.

Selama pemeliharaan udang uji, pemberian pakan dilakukan selama 4 kali sehari secara *ad satiation* pada kisaran pukul 06.30 – 07.00, 11.30 – 12.00, 16.30 – 17.00, dan 21.30 – 22.00 dan dilakukan penyiponan setiap harinya untuk membuang sisa pakan dan kotoran serta pergantian air dilakukan setiap harinya setelah

penyiponan sebesar 10% dari volume dalam air.

Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang akan diamati yaitu *Survival Rate* (SR) mengacu pada (Effendi, 1979), *Relative Percent Survival* (RPS) mengacu pada (Ellis, 1988), *Mean To Date* (MTD) mengacu pada (OIE, 2004), dan kualitas air.

Analisis Statistik

Parameter *Survival Rate* (SR), *Mean To Date* (MTD) akan diamati dengan menggunakan uji ANOVA dengan selang kepercayaan 95%, kemudian diuji lanjut menggunakan uji Duncan. *Relative Percent Survival* (RPS) akan dianalisis dengan menggunakan uji T. Parameter kualitas air diamati secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

SR (*Survival Rate*)

Pada penelitian ini kelangsungan hidup udang vaname pada konsentrasi 250 mg/l dan K- memiliki nilai kelulus hidupan tertinggi yaitu 80 %, dan nilai kelangsungan hidup terendah pada K+ yang tidak diberi perlakuan perendaman namun diuji tantang dengan menggunakan bakteri *V. harveyi* dengan nilai SR sebesar 60% (Gambar, 1).

Dari hasil uji statistik terhadap nilai SR pada udang vaname yaitu berbeda nyata ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut duncan konsentrasi 150 mg/l, 250 mg/l, 350 mg/l dan K- tidak berbeda nyata namun berbeda nyata dengan perlakuan K+. Nilai SR udang vaname pada perlakuan K+ lebih rendah dibandingkan dengan

perlakuan yang telah diberi ekstrak daun mangrove *A. alba*. Hal ini dikarenakan pada uji antibakteri yang telah dilakukan terbentuk zona hambat disekitar kertas cakram yang telah diberikan ekstrak daun mangrove *A. alba*. Artinya ekstrak tersebut mampu menghambat pertumbuhan bakteri *V. harveyi*.

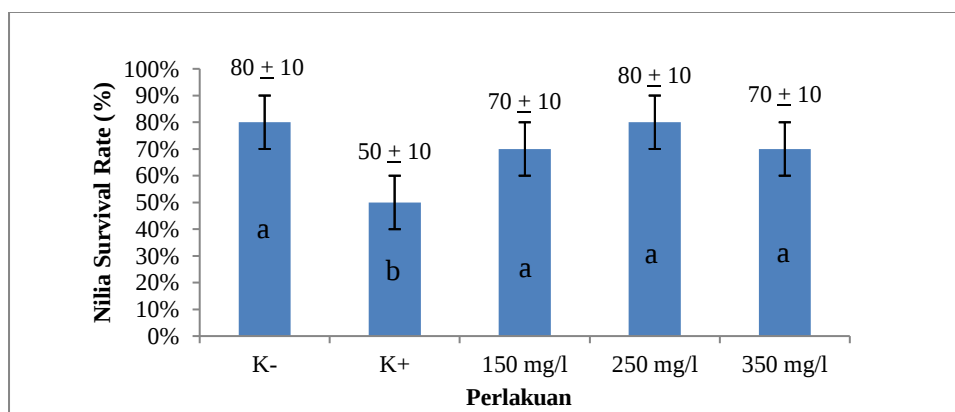
Senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak daun mangrove *A. alba* yang diduga mampu menghambat pertumbuhan bakteri *V. harveyi* sehingga mampu meningkatkan nilai SR. Senyawa-senyawa yang terdapat pada daun *A. alba* yaitu *saponin*, *steroid* dan *tannin*.

Senyawa *saponin* sebagai antibakteri yaitu dapat menyebabkan kebocoran protein pada enzim dari dalam sel bakteri *Porphyromonas gingivalis* (Madduluri *et al.*, 2011). Senyawa *saponin* merupakan zat aktif

yang dapat meningkatkan permeabilitas membran sehingga terjadi hemolisis pada sel. Senyawa *saponin* jika berinteraksi dengan sel bakteri, bakteri tersebut akan pecah atau lisis (Poeloengan *et al*, 2012).

Steroid dapat menyebabkan kebocoran pada lisosom bakteri (Madduluri *et al*, 2011). *Steroid* dapat berinteraksi dengan membran fosfolipid sel yang bersifat permeabel terhadap senyawa-senyawa lipofilik sehingga menyebabkan integritas membran menurun serta morfologi membran sel berubah menyebabkan sel rapuh dan lisis.

Senyawa *tannin* memiliki mekanisme kerja sebagai antibakteri dengan cara menghambat enzim *reverse transcriptase* dan DNA topoisomerase sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk (Nuria *et al.*, 2009).



Gambar 1. Kelangsungan hidup (SR) udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

RPS (*Relative Percent Survival*)

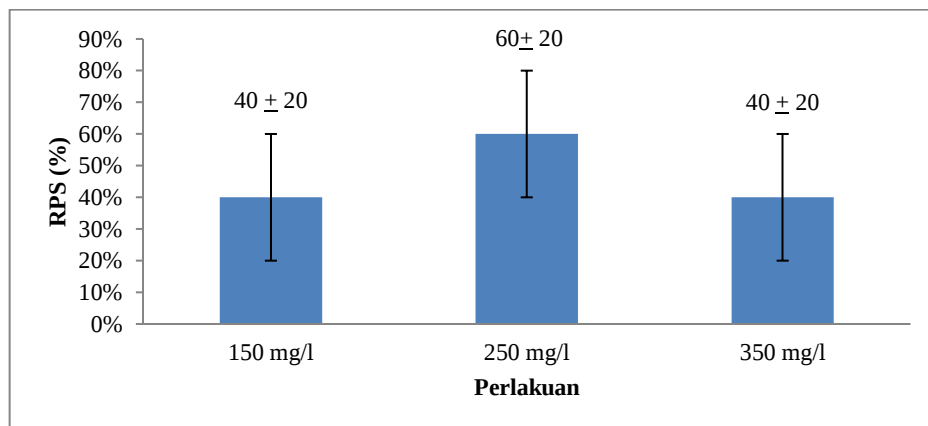
Nilai RPS tertinggi pada konsentrasi 250 mg/l yaitu sebesar 60%, dimana konsentrasi 250 mg/l memiliki mortalitas udang terendah, sedangkan konsentrasi 150 mg/l dan 350mg/l memiliki nilai RPS sebesar 40%. Dari hasil uji statistik dengan menggunakan uji T nilai signifikan

konsentrasi 150 mg/l, 250 mg/l dan 350 mg/l > 0,05 sehingga tidak ada pengaruh atau berbeda nyata antara perlakuan dengan konsentrasi ekstrak yang diberikan.

Penggunaan ekstrak daun mangrove *A. alba* dengan konsentrasi 250 mg/l mampu memberikan perlindungan lebih baik

sebesar 60% terhadap infeksi bakteri *V. harveyi* dibandingkan dengan konsentrasi 150 mg/l dan 350 mg/l yang hanya mampu melindungi udang dari serangan bakteri *V. harveyi* (Gambar 2). Hal ini sesuai dengan penelitian Parenregi *et al.*, (2013) perlakuan dianggap efektif jika nilai RPS > 50%.

Nilai RPS dipengaruhi oleh respon imun, semakin meningkatnya respon imun maka RPS akan meningkat (Rahmawati, 2017). Semakin rendah nilai RPS maka semakin kecil kemampuan sinbiotik untuk melindungi udang vaname dari infeksi *V. harveyi*.

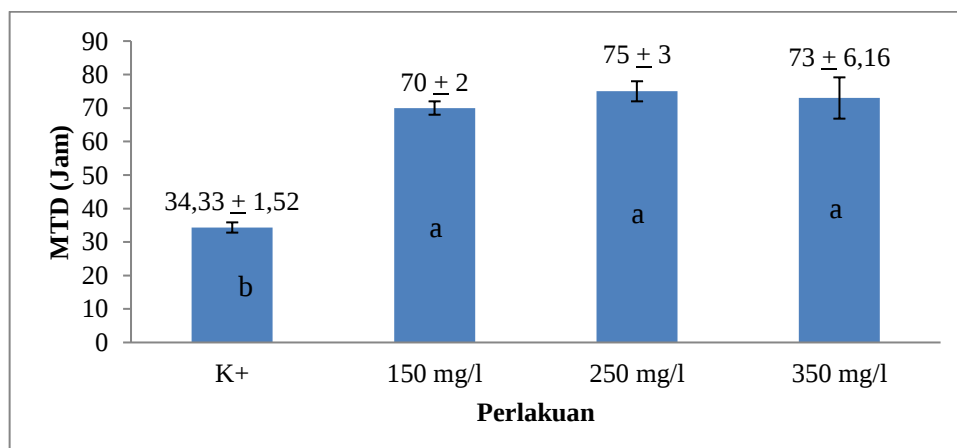


Gambar 2. *Relative Percent Survival (RPS)* udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

MTD (*Mean Time to Death*)

Hasil perhitungan MTD (rerata waktu kematian) setelah uji tantang selama 7 hari waktu kematian pada udang paling cepat pada perlakuan K⁺ yaitu jam ke- 34, waktu kematian udang paling lama pada perlakuan dengan konsentrasi 250 mg/l yaitu

jam ke- 75 (Gambar 3). Dari hasil uji statistik terhadap nilai MTD pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) berbeda nyata ($P < 0,05$). Dari hasil uji lanjut konsentrasi 150 mg/l, 250 mg/l dan 350 mg/l tidak berbeda nyata namun berbeda nyata dengan perlakuan K⁺.



Gambar 3. *Mean Time to Death (MTD)* udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Ekstrak daun mangrove *A. alba* efektif dalam mencegah serangan bakteri *V. harveyi* pada udang vaname, dibuktikan dengan waktu kematian udang yang telah diberikan ekstrak daun *A. alba* 2 kali lipat lebih lama dibandingkan udang yang tidak diberi ekstrak daun mangrove *A. Alba*. Waktu kematian paling lama yaitu pada perlakuan 250 mg/l. Sesuai dengan hasil RPS yang didapat konsentrasi 250 mg/l paling efektif dalam mencegah serangan bakteri *V. harveyi*, karena menurut Parenregi *et al.*, (2013), perlakuan dianggap efektif jika nilai RPS > 50%.

Pengolahan kualitas air dilakukan dengan penyiponan dan pergantian air setiap hari selama penelitian. Berdasarkan hasil uji kualitas air yang telah dilakukan sesuai dengan SNI (01-7246-2006) dan masih dalam kisaran optimum, untuk nilai suhu 28 – 32 °C, pH 7,5 – 8,5, DO minimal 4, dan salinitas 28 – 32 ppt. Kualitas air yang optimum dalam budidaya udang vaname dengan suhu 28 – 32 °C, pH 7,5 – 8,5 (Haliman *et al.*, 2008), DO 4 – 6, dan salinitas 28 – 32 ppt (Rusmiyati, 2012). Dengan demikian parameter kualitas air selama pemeliharaan dalam kondisi optimum untuk budidaya udang vaname.

Menurut Haliman *et al.* (2008), kualitas air yang baik akan mendukung pertumbuhan dan perkembangan udang vanamei secara optimal. Sehingga penyebab kematian udang bukan disebabkan faktor kualitas air namun kematian udang disebabkan oleh faktor penunjang kelangsungan hidup dan ketahanan udang vaname.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu ekstrak daun mangrove *Avicennia alba* mampu mencegah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *V. harveyi*, dengan hasil paling baik pada konsentrasi ekstrak 250 mg/l dimana konsentrasi tersebut dapat meningkatkan *Survival Rate* (SR), *Main Time to Date* (MTD), dan *Relative Percent Survival* (RPS) paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Daftar Pustaka

- Cendrianti, F., Siti, M., & Evi, U.U. 2013. Uji Aktivitas Ekstrak N-Heksana, Etil Asetat, dan Etanol 70% Daun Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.) pada Mencit Jantan Hiperurisemia. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*. Fakultas Farmasi, Universitas Jember, Jember.
- Davis, W., & Strout, T. 1971. Disc methode of microbiological antibiotic assay. *Aplled Microbiology*, 22 (4): 59 – 73.
- Effendie, M.I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ellis, A.E. (Ed.). 1988. *Fish vaccination* (No. 4). Academic Press, London.
- Haliman, R.W. dan S.D. Adijaya. 2008. *Udang vannamei*. Penebar Swadaya, Jakarta, 75 hlm
- Handayani, E. 2012. Prevalensi Infeksi Bakteri Patogen pada Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) di Kawasan Minapolitan Kabupaten Banjar. *Tesis*. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Johny, F., Roza, D.K., Mahardika, Zafran, & Prijono, A. 2005. Penggunaan Immunostimulan Untuk Meningkatkan Kekebalan Nonspesifik Benih Ikan kerapu Lumpur, *Epinephelus coiodes* Terhadap infeksi Virus irido. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(5): 75 – 83.
- Kannapiran, E., Ravindran, J., Chandrasekar, R., & Kalalarasi, A. 2009. Studies on luminous, *V. harveyi* Associated with Shrimp Culture System Rearing *Penaeus monodon*. *J. Environ. Biol*, 30(5): 791 – 795.
- Kharisma, A., & Manan, A. 2012. Kelimpahan Bakteri *Vibrio* sp. Pada Air Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebagai Deteksi Dini Serangan Penyakit Vibriosis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 129 – 134.
- Lee, M.H. & Shiau, S.Y. 2004. Vitamin E Requirements of Juvenil Grass Shrimp, *P. monodon* and effects on Nonspecific Immune Responses. *Fish and Shellfish immunology*, 16: 475 – 485.
- Madduluri, S., Rao, K.B., & Sitaram, B. 2013. In vitro evaluation of antibacterial activity of five indigenous plants extract against five bacterial pathogens of human. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 5(4): 679 – 684.
- Nuria, M.C., & Faizatun, A. 2009. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, dan *Salmonella typhi* ATCC 1408. *MEDIAGRO*, 5(2): 26 – 37.
- OIE. 2004. *Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals 5th ed.*, Chapter 2. 1. 15. Newcastle Disease, Newcastle.
- Parenrengi, A., Tenriulo, A., & Tampangallo, B.R. 2013. Uji tantang udang windu *Penaeus monodon* trans genus menggunakan bakteri patogen *V. harveyi*. *Konferensi Akuakultur Indonesia*. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau Maros, Sulawesi Selatan.
- Poeloengan, M., & Praptiwi, P. 2012. Uji aktivitas antibakteri ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* Linn). *Media Litbang Kesehatan*, 20(2): 65 – 69.
- Prasad, R.N., Viswanathan, S., Devi, J.R., Nayak, V., Swetha, V.C., Archana, B.R., & Rajkumar, J. 2008. Preliminary phytochemical screening and antimicrobial activity of *Samanea saman*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2(10): 268 – 270.
- Rahmawati, E. 2017. Ketahanan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) yang Diberi Probiotik *Bacillus* sp. D2.2 Terhadap infeksi *Vibrio alginolyticus*. *Skripsi*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Rusmiyati, S. 2012. *Menjala Rupiah Budidaya Udang Vannamei*. Pustaka Baru, Yogyakarta, 162 hal.
- Septiani, D.R. 2016. Uji kinetika dan aktivitas antibakteri dari bakteri biokontrol *Bacillus* sp. D2.2 pada salinitas dan pH yang berbeda. *Skripsi*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.

- SNI. 2006. Produksi Udang Vanname *L. vannamei* di Tambak dengan Teknologi Intensif. Badan Standarisasi Nasional: SNI-01-7246-2006. Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Widanarni, Noermala, J.I., & Sukenda. 2014. Prebiotik, Probiotik, dan Sinbiotik untuk Mengendalikan Infeksi *V. harveyi* dan IMNV pada Udang Vanname. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(1): 11 – 20.

DETERMINATION OF CELL TYPE AND HAEMOCYTE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF WESTERN AUSTRALIA FRESHWATER CRAYFISH (*Cherax cainii*) AT DIFFERENT TEMPERATURES IN VITRO

Bambang Widyo Prastowo*¹², Ricky Lareu, Rima Caccetta*³, Ravi Fotedar*⁴

ABSTRACT

The purpose of this study was to identify and morphologically characterize the hemocyte cell types of freshwater crayfish, *Cherax cainii*. In addition to morphological observations using a light microscope (LM) and electron transmission microscope (TEM), a flow cytometer (FCM) is also used. Three main types of haemocyte of *C. cainii* were identified by LM, TEM, and FCM. Determination of haemocyte by LM based on the number, size of cytoplasmic granules and the ratio of N:C. These cells are Hyaline (HC), Small Granule (SGC), and Large Granule (LGC) cells. Three types of haemocyte were also observed by TEM based on cell and nucleus size, granule diameter, number of cytoplasmic granules per cell and N:C. Haemocyte population was successfully detected with FCM based on forward scatter (FSC) signals, versus side scattering signals/side scatter (SSC), with plot data via scatter parameter gating. Three cluster formations were observed, which were temporarily classified as SGC, LGC, and HC regions. Morphometric analysis was performed with TEM on *C. cainii* haemocyte to measure various cellular features. Some morphological features vary between types of haemocyte and are also affected by temperature. Total hemocyte count (THC) and differential hemocyte count (DHC) are calculated using FCM. THC increases with higher temperatures, from $1,9 \times 10^6$ /ml at 20 °C to 4.9×10^6 /ml at 30 °C. The most abundant hemocyte at all temperatures is HC, followed by SGC and LGC.

Keywords: Freshwater crayfish, haemocyte, morphometrics, temperature, in vitro

Pendahuluan

Pada hewan dekapoda krustasea, hemosit yang bersirkulasi telah mendapat perhatian yang cukup besar sebagai mekanisme utama

imunitas yang diperantarai oleh sel. Hemosit memainkan peran utama dalam reaksi imun seluler, seperti fagositosis penyerang patogen, mobilisasi melalui agregat nodular, enkapsulasi benda asing yang besar,

¹ E-mail: Bambang_fds@yahoo.com

² Loka Pemeriksaan Penyakit Ikan dan Lingkungan, Serang, Banten, Indonesia

³ School of Pharmacy, Faculty of Health Science, Curtin University, Perth 6845, Western Australia

⁴ School of Science, Curtin University, Perth 6845, Western Australia

dan proses penyembuhan yang diikuti dengan pembekuan hemolimfa dengan cepat (Hose *et al.*, 1990; Soderhall & Thornqvist, 1997; Iwanaga, 2002; Eddy *et al.*, 2007; Vazquez, 2009). Kerentanan dan ketidakteraturan sel-sel imun krustasea, di samping terbatasnya pengetahuan tentang perkembangan dan diferensiasi sel imun, membuat sulit untuk mengklasifikasikan hemosit ke dalam kelas ontogenik yang didefinisikan secara morfologis dengan baik. Secara umum mereka diperjelas dengan skema morfologis dan immuno-fungsional yang lebih seragam dari klasifikasi sel darah putih vertebrata (Zhang *et al.*, 2006). Kemampuan untuk memisahkan dan mengisolasi populasi hemosit merupakan faktor utama tidak hanya untuk mengkarakterisasi hemosit berdasarkan fungsi seluler dan humoral, tetapi juga untuk memahami interaksi sel-sel dan studi perkembangan. Kebanyakan penyelidikan hemosit dilakukan dengan menggunakan metode sitologi atau biokimia tradisional, dengan mikroskop cahaya sebagai teknik analitis yang paling umum. Namun, adanya subjektivitas yang menonjol dalam teknik ini dan seringkali dapat menghasilkan kontroversi. Mikroskop fase kontras atau mikroskop cahaya medan terang (LM) dan mikroskop transmisi elektron (TEM) umumnya digunakan untuk mengevaluasi jumlah dan ukuran butiran dan juga rasio nukleus-terhadap-sitoplasma (N:C), yang penting untuk klasifikasi morfologi (Ding *et al.*, 2012). Namun demikian, keunggulan penggunaan *flow cytometer* (FCM) dibandingkan dengan metode konvensional ini

menawarkan beberapa keuntungan. Metode ini sangat sensitif dan memungkinkan analisis multi-parameter secara efisien. Xue *et al.* (2001) menambahkan informasi bahwa FCM menggunakan auto-fluoresensi, penanda *fluorescent* dan parameter hamburan cahaya untuk mempelajari ukuran dan kompleksitas sel, termasuk beberapa fungsi seluler.

Krustasea semakin dikenal sebagai hewan budidaya potensial dalam industri akuakultur, sehingga pemantauan fungsi kekebalan tubuh mereka dan meminimalkan tekanan yang dapat menyembunyikan kekebalan mereka sangat penting. Perubahan fungsi kekebalan tubuh dapat disebabkan oleh variasi lingkungan. Faktor lingkungan yang paling penting kemungkinannya adalah suhu air karena memiliki efek langsung pada asupan oksigen, metabolisme, moulting, pertumbuhan dan kelangsungan hidup (Chen *et al.*, 1995; Hennig & Andreatta, 1998). Variasi suhu sering menyebabkan stres bagi krustasea, menghasilkan penurunan fungsi kekebalan yang dinilai berdasarkan jumlah hemositnya, aktivasi proPO, aktivitas fagosit, dan pelepasan radikal oksigen bebas (Le Moullac *et al.*, 2000). Sebelumnya, Vargas-Albores *et al.* (1998) dan Le Moullac & Haffner (2000) melaporkan bahwa berbagai variasi pada pro-fenoloksidase (pro-PO) bergantung pada suhu. Oleh karena itu, efek dari respons variasi suhu pada krustasea akan memberikan informasi yang penting secara ekologis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi secara morfologis

tipe sel hemosit dari lobster air tawar atau dikenal dengan sebutan Marron, *C. cainii*, dan untuk membandingkan hasil ini dengan spesies invertebrata yang telah diselidiki lebih teliti. Persamaan dan perbedaan di antara spesies dicatat dan diukur. Selain pengamatan morfologis menggunakan LM dan TEM, kami juga menggunakan teknik FCM yang lebih baru. Dalam penelitian ini kami juga menyelidiki proses fagositosis pada hemosit *C. cainii*. Parameter yang diuji adalah tantangan suhu dan imunologi dengan *Vibrio mimicus* yang hidup dan yang dibunuh-panas serta *Escherichia coli* yang dibunuh-panas secara in vitro.

Metode

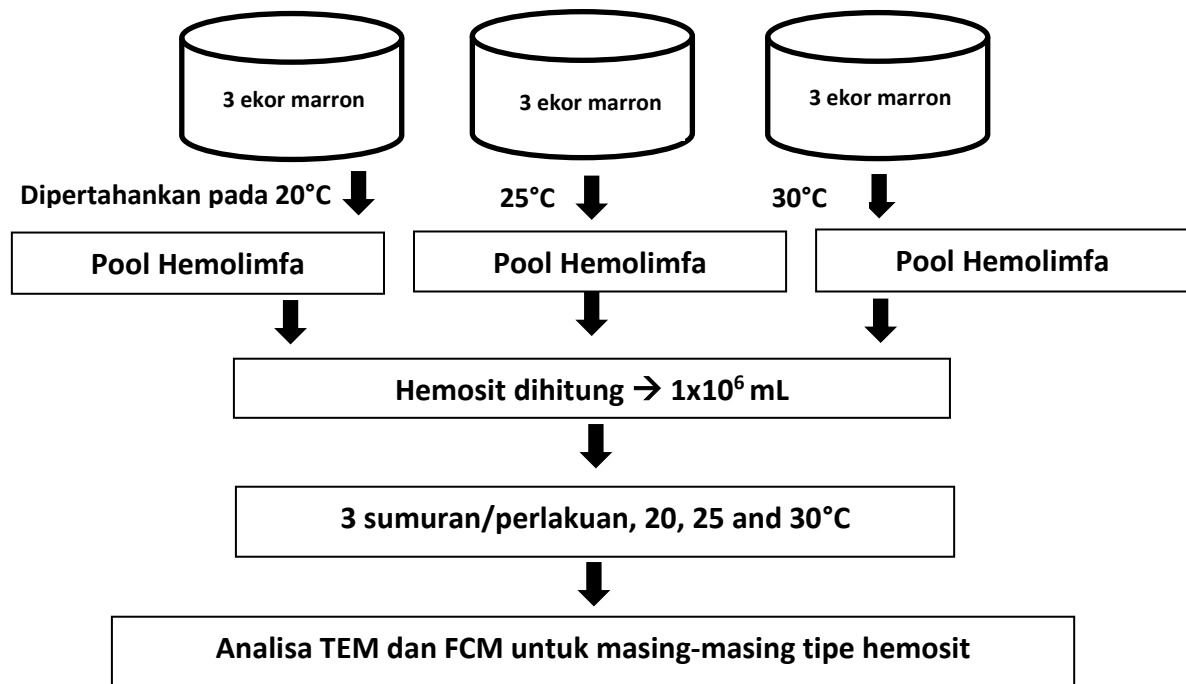
Bagan pengujian efek suhu yang berbeda pada hemosit C. cainii

Pengujian untuk mengetahui efek dari suhu dilakukan seperti diuraikan pada bagan di bawah ini (Gambar 1). Tiga perangkat tangki plastik silinder untuk pengujian yang masing-masing diisi dengan 3 ekor marron dipertahankan pada suhu 20, 25 dan 30°C selama dua minggu sebelum digunakan. Hemolimfa dari tiga ekor marron dari masing-masing perangkat pengujian dikumpulkan dan dihitung dan digunakan untuk pengujian ini. Pengujian dilakukan pada suhu 20, 25 dan 30 ° C dan hemosit dimasukkan ke dalam sumuran *micro plate* sebanyak tiga kali ulangan yang mengandung sekitar satu juta hemosit. Analisis mikroskop elektron transmisi (TEM) dan flow cytometric (FCM) dilakukan pada ketiga tipe sel hemosit (HC, SGC dan LGC).

Prosedur Pengujian

Sistem Aklimatisasi

Sistem aklimatisasi diatur di laboratorium yang dirancang khusus untuk penelitian akuakultur dengan fasilitas akuarium dalam ruangan milik Curtin Aquatic Research Laboratory (CARL), Universitas Curtin, Perth Australia Barat. Unit pengujian adalah tangki plastik silinder (diameter 80 cm dan tinggi 50 cm dan kapasitas 250 l). Tangki diisi dengan air tawar dan dilengkapi dengan aerasi konstan serta sistem filtrasi biologis resirkulasi (Fluval 205, Askoll, Italia). Air dalam tangki mengalir terus menerus, pada laju sekitar 3 l/menit. Untuk menjaga suhu konstan 20, 25, dan 30 ± 2 °C di tangki aklimatisasi, setiap tangki dilengkapi dengan termostat *submersible*. Tangki itu juga dilengkapi dengan tempat perlindungan bagi marron yang cukup jumlahnya dalam bentuk pipa PVC dengan diameter yang sesuai ukuran tubuhnya.



Gambar 1. Bagan pengujian efek suhu yang berbeda pada hemosit *Cherax cainii*

Hewan Uji

Marron jantan (± 150 g) dibeli dari Aquatic Resource Management Pty Ltd., Manjimup, Australia Barat 6258. Hewan uji tersebut diberi makan dengan pakan pelet komersial yang mengandung 26 % protein, 47 – 50 % karbohidrat, 9 % lemak, dan 8,9 % abu (Enviroplus Pty Ltd., Perth, Australia) hingga percobaan dimulai. Marron diberi makan pada sore hari sebanyak 3 % berat badan/2 hari. Makanan yang belum dimakan dibuang dengan jalan disiphon. Sebelum penggunaan untuk pengujian, hewan uji diaklimatisasikan pada kondisi laboratorium selama satu minggu. Hanya hewan uji yang tampak sehat yang dipergunakan.

Persiapan Hemosit

Marron dibius dengan air yang diisi dengan es selama 15 menit, dan sekitar 2 ml hemolimfa diekstraksi

per hewan uji dengan jarum suntik 5-ml dengan jarum 25 $\frac{1}{2}$ G yang berisi volume yang sama dari buffer sitrat/EDTA yang didinginkan sebelumnya (0,45 M NaCl; 0,1 M M glukosa; 30 mM trisodium sitrat; 26 mM asam sitrat dan 10 mM EDTA) pH 4,6, sebagai larutan antikoagulan (AB). Hemolimfa yang telah dilarutkan ulang didistribusikan ke dalam tabung mikrosentrifus steril 10 ml yang terpisah yang disimpan di dalam pecahan es dan disentrifugasi pada 500x G selama 5 menit pada suhu 4 °C. Supernatan dibuang dan masing-masing pelet sel dilarutkan ulang dalam 2 ml AB dingin. Sampel tersebut kemudian dipindahkan ke tabung mikrosentrifus terpisah yang diletakkan didalam es. Setetes sampel yang telah dilarutkan ulang dipindahkan ke hemositometer untuk dihitung selnya dengan mikroskop cahaya (Olympus) dan diwarnai

dengan *trypan blue*. Hanya sel yang dipersiapkan dengan viabilitas lebih tinggi dari 90% yang digunakan. Sampel yang telah dilarutkan ulang yang tersisa diencerkan dengan AB untuk mendapatkan konsentrasi akhir sekitar 1×10^6 sel/ml.

Mikroskop Transmisi Elektron

Dalam persiapan untuk mikroskop transmisi elektron (TEM), 1 ml hemolimfa yang diencerkan dengan AB dikumpulkan dari masing-masing 3 ekor marron. Hemolimfa ini kemudian disentrifugasi pada 500x G selama 5 menit pada suhu 4 °C. Pelet hemosit pertama kali dipasca fiksasi dengan glutaraldehid 5 % yang disiapkan dalam buffer fosfat (pH 7,3) selama 2 jam hingga semalam pada suhu 4 °C dan kemudian difiksasi dengan asam osmat krom Dalton 1 % dalam buffer yang sama pada suhu 4 °C selama 1 – 1½ jam. Sel-sel yang difiksasi tadi didehidrasi dalam serangkaian pencucian etanol diikuti oleh pencucian dengan propilena oksida untuk menghilangkan sisa etanol yang sebelumnya digunakan untuk dehidrasi sebelum diproses secara rutin untuk proses embedding secara konvensional dalam propilena oksida/resin Epoxy 812 (TAAB, UK). Bagian Ultrathin (tebal sekitar 90 nm) dipotong dengan menggunakan *Ultramicrotome* E. Reichert (Wina, Austria) dan pisau berlian dipasang pada wadah kisi-kisi tembaga. Potongan-potongan itu kemudian diwarnai ganda dengan uranyl asetat dan timbal sitrat. Potongan tersebut diamati dan difoto dengan Philips CM100 *Biotwin Transmission Electron Microscope* (Eindhoven, Belanda).

Flowcytometry

Suspensi hemosit dianalisis dengan *Attune Acoustic Focussing Flow Cytometer* (Applied Biosystems) yang dilengkapi dengan 2 sistem laser: Laser Biru dan Merah dengan emisi yang difilter pada 488 dan 638 nm. Filter *bandpass Photomultiplier* untuk fluoresensi hijau adalah 488/10 (BL1), 530/30 (BL2), 574/26 (BL3), 690/50 (BL4) dan untuk fluoresensi merah adalah 660/20 (RL1) dan 780/60 (RL2). Data sinyal hamburan ke depan (yang mengukur ukuran sel relatif) dikumpulkan pada skala linier dan data sinyal hamburan samping (yang mengukur granularitas sel) dikumpulkan pada skala logaritmik. Pengaturan tegangan adalah FSC 1350, SSC 1450, BL1 1600, BL2 2000, BL3 2000, BL4 2550, RL1 2350 dan RL2 1950. Data adalah *gating* FSC/SSC, dan 10.000 peristiwa secara total diperoleh per sampel. Perangkat Lunak Attune v1.2 digunakan untuk membuat wilayah logis untuk analisis data, dan perangkat lunak FlowJo digunakan untuk membuat wilayah logis untuk menganalisis persentase sel di setiap wilayah.

Hasil dan Pembahasan

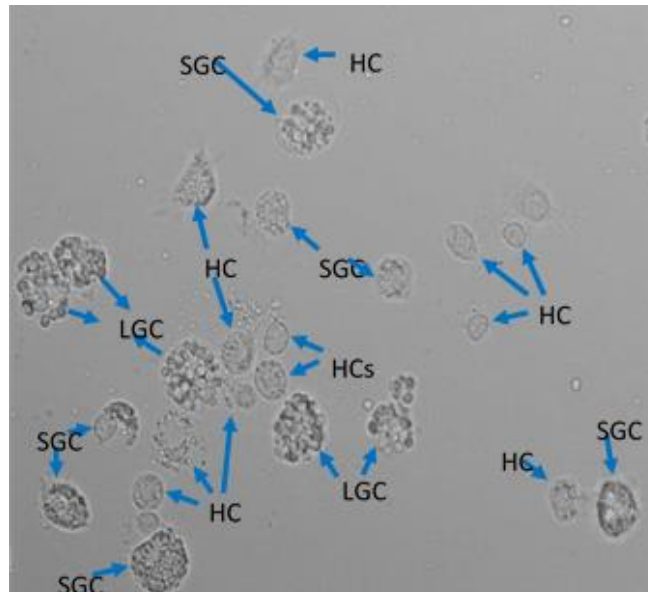
Penentuan Hemosit C. cainii

Tiga jenis hemosit utama diidentifikasi dengan LM, TEM dan FCM pada *C. cainii* berdasarkan jumlah dan ukuran butiran sitoplasma dan rasio N: C. Hemosit ini adalah sel hialin (HC), sel granula kecil (SGC), dan sel granula besar (LGC).

Penentuan Tipe Sel C. cainii dengan LM

Tiga jenis hemosit diamati oleh LM dalam hemolimfa *C. cainii* (Gambar 2). Mereka diidentifikasi sebagai HC, SGC dan LGC. Sel hialin adalah sel paling banyak ditemukan di

C. cainii diikuti oleh SGC. Jenis sel yang paling tidak melimpah adalah LGC. Persentase relatif dari tipe hemosit yang bersirkulasi di *C. cainii* adalah HC (50 %), SGC (29,2 %) dan LGC (20,8 %).



Gambar 2. Hasil pengamatan mikroskop cahaya pada haemosit *Cherax cainii*: sel hialin (HC), menunjukkan nukleus besar dan sitoplasma tipis, sel granula kecil (SGC) menunjukkan bentuk yang berbeda dan sitoplasma yang divakuolisasi; sel granula besar (LGCs) menghadirkan sejumlah butiran bundar yang tersebar luas di sitoplasma

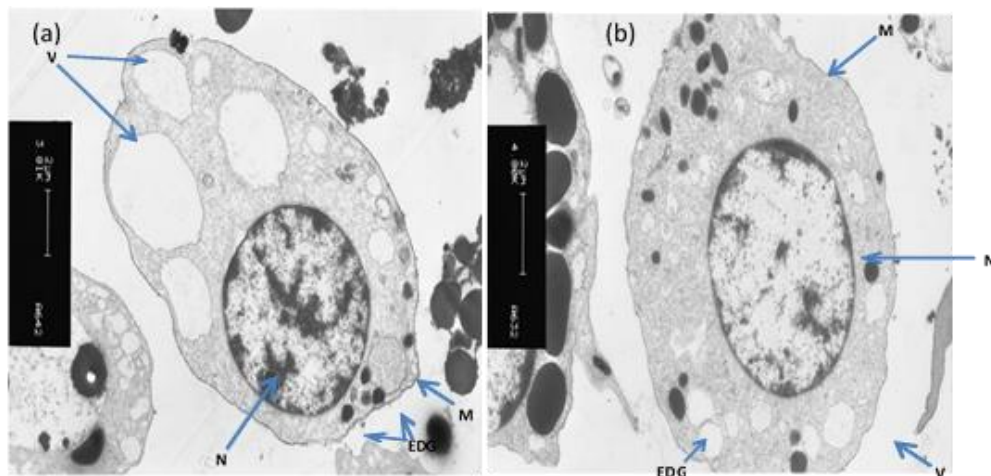
Penentuan Tipe Sel C. cainii dengan TEM

Data morfologis didapatkan berdasarkan pengamatan setidaknya dari 15 haemosit dari masing-masing tipe (dikumpulkan dari 3 hemolimfa marron).

Sel Hialin (HC)

Sel-sel hialin bentuknya tidak beraturan dan memiliki nukleus besar yang dikelilingi oleh lapisan sitoplasma yang tipis, dan dengan demikian mempunyai rasio N: C yang tinggi (Gambar 3). Hemosit terkecil yang bersirkulasi ini memiliki rasio

N:C yang lebih tinggi daripada SGC dan LGC. Rasio N:C yang tinggi berguna untuk identifikasi mereka. Sel hialin memiliki relatif sedikit granula, berbentuk butiran bulat kecil di sitoplasma mereka. Butiran ini bisa dilihat dengan TEM tetapi tidak dengan LM. Inti HC bervariasi bentuknya, baik bentuk seperti ginjal atau ovoid, dengan atau tanpa nukleolus. Sitoplasma memiliki poliribosom yang bebas, retikulum endoplasma kasar dan sedikit (hingga 20 per bagian sel), vesikel padat elektron kecil berdiameter sekitar 0,3 μm .

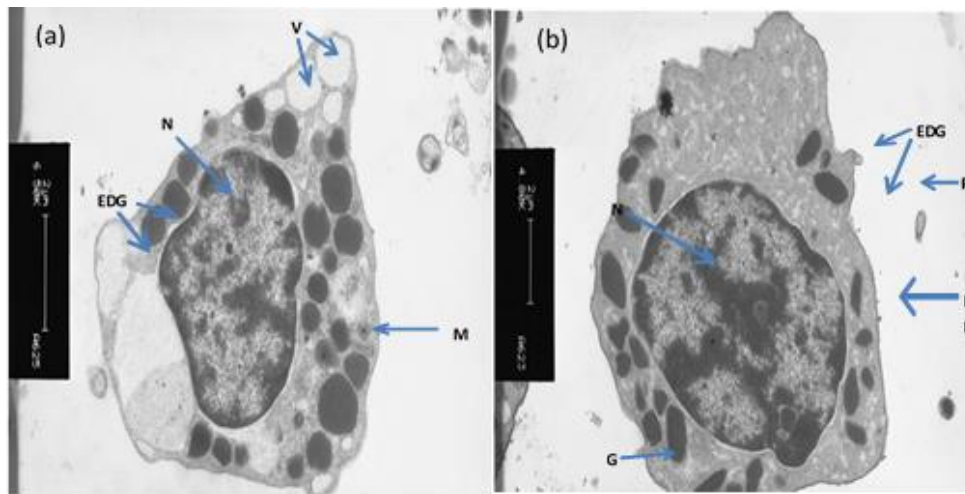


Gambar 3. Mikrograf transmisi elektron dari hemosit *Cherax cainii* menunjukkan sel-sel hialin (HC). EDG, butiran padat elektron; N, nukleus; V, vakuola dan M, mitokondria. Butiran hadir dalam hemosit hialin meskipun tidak banyak. Bar, 2 μm (a, b)

Sel Granulosa Kecil (SGC)

Sel granula kecil juga mempunyai bentuk yang tidak beraturan. Mereka secara khas menampilkan banyak butiran elektron padat, butiran bulat kecil atau bulat telur dalam jumlah sitoplasma yang relatif besar. Jumlah butiran elektron padat lebih sedikit dibandingkan dengan LGC tetapi mengandung lebih banyak butiran daripada HC. Butiran masih hanya mengisi kurang dari 30 % dari ruang sitoplasma. Ukuran butiran lebih kecil dari butiran LGC (lihat di bawah). Nukleus berbentuk bulat atau ginjal, dengan distribusi euchromatin yang lebih banyak. Ada banyak vakuola sitoplasma besar dan kecil, dan pseudopodia terus-menerus memanjang. Nukleus besar terletak di posisi sentral dengan profil polimorfik yang tidak teratur, kadang-kadang melengkung. Sitoplasma mempunyai retikulum endoplasma kasar yang berkembang dengan baik, aparatus Golgi, dan mitokondria kecil (berdiameter 0,5 μm) bulat

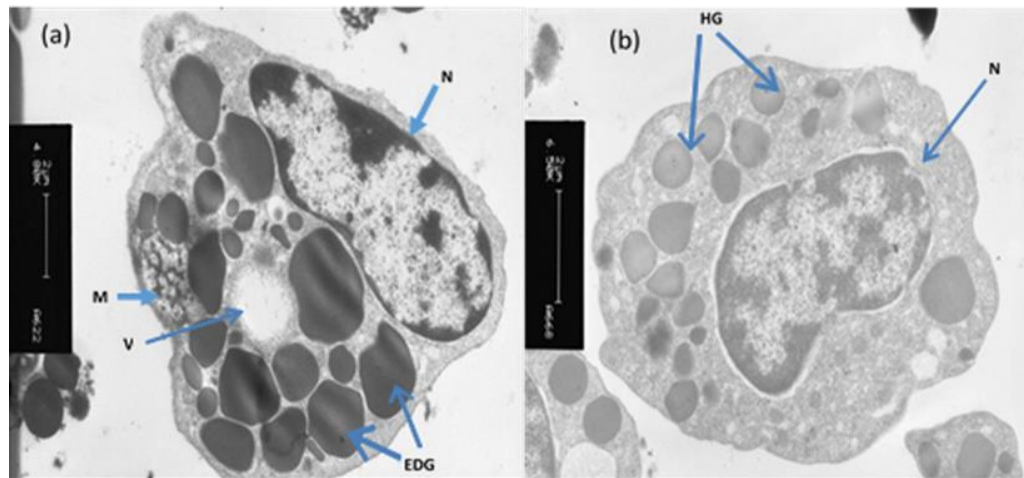
hingga memanjang dengan krista tabular. SGC memiliki rasio N:C dua kali dari LGC (Gambar 4).



Gambar 4. Mikrograf transmisi elektron hemosit dari *Cherax cainii* yang menunjukkan tipe granula kecil (SGC). EDG, butiran padat elektron; N, nukleus; V, vakuola; RER, retikulum endoplasma kasar; G, golgi dan M, mitokondria; P, pseudopodia. Bar, 2 μ m (a, b)

Sel Granula Besar (LGC)

Sel granula besar berbentuk bulat atau bulat telur (Gambar 5). Mereka dicirikan dengan butiran padat, besar, kurang struktur, tertutup membran elektron yang menunjukkan profil butiran seperti bulat-oval dengan diameter maksimum hingga 2,1 μ m yang mengisi sebagian besar sitoplasma. Butirannya lebih besar dari pada HC dan SGC, dan jumlahnya lebih besar, menempati lebih dari 50 % ruang sitoplasma. Sel bulat atau bulat telur ini memiliki nukleus yang relatif kecil, dengan rasio N:C yang relatif rendah. Sitoplasma dipenuhi dengan banyak butiran besar yang kadang-kadang mengaburkan nukleus. Ketika dilihat oleh TEM, nukleus LGC berbentuk ginjal yang menunjukkan massa kromatin terkondensasi dan nukleat bilobate. Ada lebih sedikit organel, tetapi tampak beberapa vakuola sitoplasma besar. Pseudopodia juga meluas ke pinggiran sel.

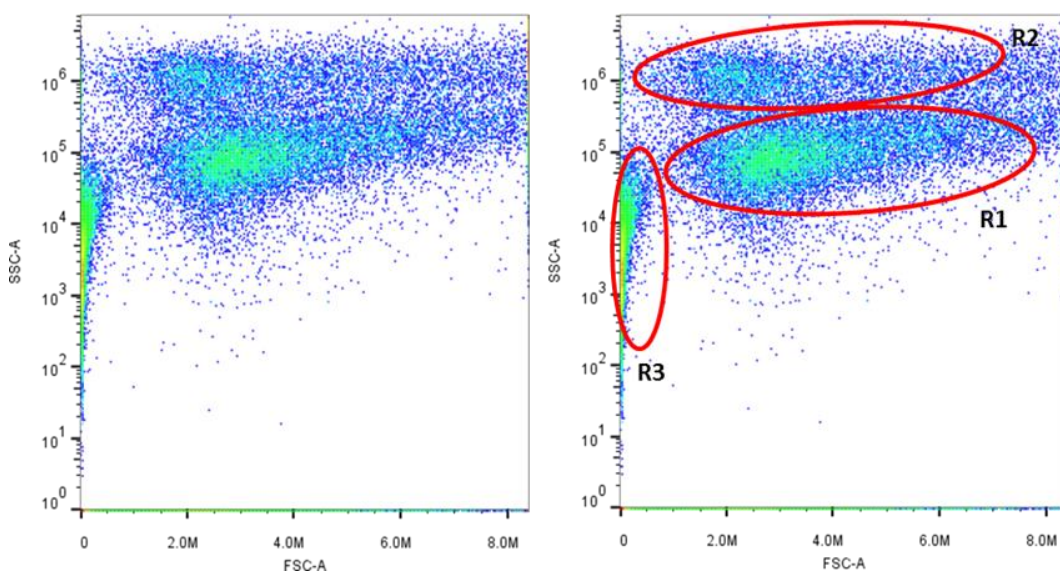


Gambar 5. Mikrograf transmisi elektron hemosit dari *Cherax cainii* yang menunjukkan tipe granula besar (LGC). EDG, butiran padat elektron; N, nukleus; V, vakuola dan M, mitokondria

Penentuan hemosit *C. cainii* dengan FCM

Populasi hemosit berhasil dideteksi dengan sinyal hamburan ke depan (FSC), yang mengukur ukuran sel relatif, dibandingkan hamburan samping (SSC), yang mengukur granularitas sel dengan plot data melalui *scatter parameter gating*.

Tiga bentukan kluster diamati dalam hemogram khas FSC versus SSC (Gambar 6a). *Gating* digambar di sekitar setiap bentukan kluster (Gambar 6b), yang sementara diklasifikasikan sebagai wilayah SGC (R1), LGC (R2) dan HC (R3) dalam satu parameter dot-plot dalam skala log.



Gambar 6. Flow sitogram dari hemosit *Cherax cainii*. (a) Dot plot hamburan ke depan (FSC) dalam skala linier versus hamburan samping (SSC) dalam skala logaritmik. (B) Dot plot FSC dan SSC pada hemosit dari *Cherax cainii*

menunjukkan tiga populasi sel diduga: R1 (sel granula kecil), R2 (sel granula besar), dan R3 (sel hialin)

Karakteristik Morfometrik

Morfometrik Hemosit *C. cainii*

Berdasarkan pengamatan dengan TEM, tiga populasi hemosit yang jelas sesuai dengan analisis berdasarkan LM dan FCM:HC, SGC dan LGC. Analisis morfometrik

dilakukan pada hemosit untuk mengukur berbagai fitur seluler. Fitur tersebut adalah ukuran sel, ukuran inti, diameter butiran, jumlah butiran sitoplasma per sel dan rasio N:C (Tabel 1).

Tabel 1. Analisis morfometrik fitur hemosit *Cherax cainii*.

Tipe Hemosit		Hialin		Granula kecil		Granula besar	
		20 °C	30 °C	20 °C	30 °C	20 °C	30 °C
Ukuran sel	Panjang	11,5 (1,0) ^{ab}	9,1 (0,2) ^{ab}	13,4 (1,5) ^b	12,1 (0,6) ^b	13,7 (0,6) ^b	9,5 (0,3) ^a
	Lebar	8,9 (0,3) ^a	8,2 (0,1) ^a	8,5 (0,2) ^a	9,7 (0,8) ^a	11,1 (0,7) ^{ab}	8,1 (0,2) ^a
Ukuran inti	Panjang	7,7 (0,6) ^{ac}	6,5 (0,7) ^{ac}	6,6 (0,4) ^{ac}	6,3 (0,5) ^{ac}	3,9 (0,6) ^c	3,8 (0,2) ^c
	Lebar	5,5 (0,8) ^c	5,1 (0,5) ^c	4,6 (0,4) ^c	4,6 (0,5) ^c	3,1 (0,9) ^c	3,5 (0,04) ^c
Diameter granula		0,3 (0,1) ^d - 1,0 (0,3) ^e	0,5 (0,3) ^d - 2,1 (0,3) ^f	0,3 (0,2) ^d - 1,8 (0,9) ^f	0,3 (0,1) ^d - 1,4 (0,4) ^e	0,3 (0,2) ^d - 2,0 (0,3) ^f	0,4 (0,3) ^d - 2,1 (1,3) ^f
		19 (2,5) ^g	17 (2,7) ^g	29 (1,0) ^h	33 (2,3) ^h	36 (2,8) ^h	33 (2,2) ^h
Rasio N:C		45,2 (2,7) ⁱ	40,5 (2,4) ⁱ	28,3 (0,8) ^j	25,2 (0,9) ^j	12,2 (2,6) ^k	17,3 (1,0) ^k

Keterangan: Pengukuran mewakili rata-rata ($\pm$ kesalahan standar). Ukuran sel dan inti disajikan dalam panjang x lebar (μm). Diameter butiran adalah dalam μm . Jumlah butiran adalah jumlah per bagian sel. Rasio N: C dalam persen. Semua data morfometrik di atas didasarkan pada pengamatan TEM dari setidaknya 15 hemosit setiap tipenya (dikumpulkan dari 3 ekor marron) pada suhu yang berbeda. Data dalam kolom yang sama yang memiliki huruf superskrip yang sama menunjukkan rata-rata yang sama yang tidak berbeda secara signifikan ($\alpha=0,05$)

Beberapa fitur morfologis bervariasi antara jenis hemosit dan juga dipengaruhi oleh suhu. Sel hialin adalah sel terkecil dibandingkan dengan SGC dan LGC. Tidak terdapat perbedaan yang nyata dalam ukuran sel antara SGC dan LGC, baik pada 20 atau 30 °C. Terdapat tren penurunan ukuran sel pada suhu yang lebih tinggi tetapi ini hanya signifikan untuk populasi LGC. Sel-sel hialin memiliki rasio N:C tertinggi sementara LGC memiliki rasio N:C terendah dan juga memiliki inti yang jauh lebih kecil dibandingkan HC dan SGC. Tidak terdapat perbedaan yang nyata dalam ukuran granula antara ketiga jenis hemosit tetapi LGC dan SGC memiliki granula bulat kecil

yang melimpah, jumlah yang jauh lebih besar daripada HC.

Jumlah Total dan Diferensiasi Hemosit

Tiga ekor marron diadaptasikan selama 2 minggu pada suhu yang berbeda (20, 25 dan 30 °C) dan hemolimfanya diambil untuk dihitung jumlah total hemosit (THC) dan jumlah diferensial haemosit (DHC) menggunakan FCM. Jumlah total hemosit dalam *C. cainii* meningkat pada suhu yang lebih tinggi, naik dari 1,9 juta per ml pada 20 °C menjadi 4,9 juta per ml pada 30 °C (Tabel 2). Sel-sel granula besar meningkat secara tidak proporsional ketika THC meningkat dengan suhu, dan kedua

tipe lainnya mengalami penurunan sebagai akibatnya. Namun, hemosit yang paling melimpah pada ketiga

suhu adalah HC, diikuti oleh SGC, dengan LGC yang paling sedikit terwakili dalam jumlah.

Tabel 2. Jumlah total hemosit (THC) dari *Cherax cainii* pada suhu yang berbeda.

Temperatur (°C)	THC (x 10 ⁶ sel/ml)	HC (%)	SGC (%)	LGC (%)
20	1.978 (0,4) ^a	43,6 (0,6) ^a	37,5 (0,5) ^{ab}	18,9 (0,9) ^c
25	2.869 (0,5) ^{ab}	43,2 (1,1) ^a	34,3 (0,4) ^{bc}	22,5 (1,3) ^c
30	4.924 (0,7) ^b	40,8 (0,9) ^a	33,0 (1,6) ^{bc}	26,2 (2,7) ^{bc}

Keterangan: Pengukuran mewakili rata-rata (dikumpulkan dari 3 ekor marron) ± kesalahan standar. Data ini diperoleh dengan FCM. Data dalam kolom yang sama yang memiliki huruf superskrip yang sama menunjukkan rata-rata yang sama yang tidak berbeda secara signifikan ($\alpha=0,05$)

Diskusi

Penelitian ini menyelidiki mengenai morfologi, jumlah total dan diferensial sel hemosit pada marron. Hanya sedikit perhatian yang telah diberikan pada hemosit *C. cainii* jika dibandingkan dengan krustasea lainnya. Setelah menggunakan teknik LM, TEM dan FCM untuk melihat dan menganalisis hemosit dari spesies ini, kami mengelompokkan mereka menjadi tiga jenis sel. Sel hialin mengandung beberapa butiran sitoplasma dan SGC mengandung sejumlah granula kecil. LGC diisi dengan granula besar. Bauchau (1981) mengenali jenis sel berikut dari berbagai krustasea dan meninjaunya sebagai berikut: 1) HC dengan tidak ada atau hanya satu tubuh Golgi dan tidak ada atau sedikit granula kecil; 2) SGC dengan satu atau lebih tubuh Golgi dan sejumlah sedang granula kecil; dan 3) sel granula dengan tidak ada atau hanya satu tubuh Golgi dan banyak granula besar. Kami telah menggunakan klasifikasi yang sama, dan meskipun hanya didasarkan pada tidak adanya atau keberadaan granula dan ukuran relatifnya, hal itu memungkinkan untuk mengidentifikasi hemosit secara konsisten dengan

menggunakan LM, TEM dan FCM (juga menggunakan ukuran sel). Sistem ini telah digunakan dalam banyak studi haemosit krustasea dan tidak tunduk pada variasi prosedural dan/atau interpretasi subjektif (Giulianini, *et al.*, 2007; Sung *et al.*, 2002).

Banyak skema klasifikasi telah menetapkan signifikansi yang sama atau lebih banyak pada beberapa karakteristik, misalnya ukuran, struktur, atau fitur pewarnaan sel. Pada udang karang, dan udang-udangan lainnya, perbedaan ukuran sel tidak signifikan untuk penggunaan praktis. Struktur sel juga merupakan dasar yang tidak mencukupi untuk melakukan klasifikasi hemosit, karena sebagian besar sel adalah ovoid secara *in vivo*, dan strukturnya cepat berubah secara *in vitro* dengan menggunakan pemanjangan filipodia dan lamellipodia (Johnson, 1987). Dalam penelitian lain, Dall (1964) menggunakan perbedaan dalam bentuk sel hemosit udang (*Metapenaeus mastersii*) untuk membedakan jenis sel: limfosit, thigmocytes, dan amoebosit granula besar yang mirip dengan HC, SGC, dan LGC. Variasi dalam struktur hemosit mungkin disebabkan karena

sel yang diperiksa tanpa fiksasi sebelumnya. Kejadian pseudopodia dalam dua jenis sel terakhir menunjukkan bahwa mereka telah mulai memanjang, karena hemosit krustasea lain juga telah diketahui untuk melakukan fillipodia dan pseudopodia, sementara mereka berada di dalam substrat. Karena kekurangan dari penentuan karakteristik secara tradisional (yaitu ukuran sel, bentuk, dan karakteristik pewarnaan) untuk mengklasifikasi hemosit, kami menganggap bahwa klasifikasi hemosit menjadi tiga jenis hanya berdasarkan pada tidak adanya atau keberadaan dan ukuran granula relatif menjadi klasifikasi yang paling mudah dan konsisten yang saat ini ada.

Hemosit *C. cainii* dan fitur-fiturnya yang berbeda dapat diamati dengan jelas menggunakan mikroskop cahaya standar. Sel-sel hialin tidak memiliki granula yang jelas, sementara SGC memiliki sedikit granula kecil yang tidak dapat dibiaskan, dan LGC memiliki banyak butiran besar yang sangat mudah dibiaskan yang sering menutupi nukleus. Namun, Ashton-Alcox & Ford (1998) menjelaskan bahwa cukup sulit untuk menghitung jumlah granula dengan mikroskop cahaya. Selain itu, Martin & Graves (1985) menjelaskan bahwa identifikasi beberapa fitur menggunakan metode pewarnaan standar, seperti pewarnaan dengan Wright, haematoxylin dan eosin, yang umumnya digunakan untuk mewarnai sel plasma vertebrata dengan sukses, adalah tidak informatif karena mereka seringkali tersembunyi atau tidak tepat, seringkali tidak dapat diproduksi ulang oleh peneliti lain dan akhirnya,

tidak menggunakan perangkat yang memungkinkan untuk melakukan diferensiasi beberapa granula pada fase pematangan yang berbeda dan fungsi fisiologis yang berbeda. Selain itu, ketika pewarnaan tersebut diimplementasikan pada teknik ulas hemolimfa, struktur sel menjadi sangat rusak. Pada kenyataannya, kami juga berusaha menggunakan pewarnaan Wright Giemsa dengan sedikit keberhasilan (data tidak ditampilkan).

Tiga kategori hemosit juga dapat diidentifikasi dengan menggunakan TEM. Keberhasilan metode ini tergantung pada proses fiksasi sel yang akan diperiksa setelah dikeluarkan dari tubuh udang karang. Hal ini penting karena dapat membuatnya lebih mudah untuk membedakan sel-sel hemolimfa yang bersirkulasi dari perubahan morfologis sel yang bereaksi terhadap inisiasi pembekuan darah atau karena kehadiran partikel asing, misal jarum suntik atau kaca penutup. Data dalam penelitian ini merupakan catatan dari penggunaan TEM untuk pertama kali terhadap populasi hemosit *C. cainii*. Meskipun memerlukan pengorbanan waktu dan tenaga yang besar, TEM adalah teknik penting untuk investigasi respon seluler terhadap parameter lingkungan dan untuk memantau fitur yang berbeda dari sel invertebrata. Dalam studi mengenai korelasi garis keturunan dari tiga jenis hemosit pada udang Penaeid dan Palaemonid, data TEM memberikan klasifikasi yang lebih detil dari pematangan hemosit, meskipun hasilnya masih tetap menjadi pertanyaan terbuka (Martin & Graves, 1985; Tsing *et al.*, 1989). Menggunakan TEM, hemosit

granular yang jarang diamati dan telah berhasil diamati dalam kasus yang tidak biasa (hanya terlihat di beberapa bagian lintas sel yang sama). Johnson (1987) mengakui bahwa morfologi hemosit krustasea berubah dengan cepat, dan membuatnya tampak sebagai tambahan kategori sel. Tiga jenis hemosit dari kepiting *C. sapidus* telah diidentifikasi dengan menggunakan TEM sebagai HC, semi granular dan sel granular (Bodammer, 1978). Penulis tersebut menemukan bahwa ada beberapa granula kecil dan peralatan Golgi yang berkembang dengan baik di HC, dan menduga bahwa mereka tidak dapat menemukan sel tanpa granula kemungkinan karena jumlah mereka yang relatif rendah dan sifat labil mereka. Hearing and Vernick (1967) juga tidak dapat menemukan sel-sel agranular dalam hemosit lobster dengan menggunakan TEM, meskipun mereka mengidentifikasi tiga kategori hemosit yang masing-masing memiliki granula.

Sedikit yang diketahui tentang penggunaan FCM untuk menganalisa hemosit dari *C. cainii*, meskipun teknik ini lebih cepat dan menyediakan data yang lebih akurat dan kuantitatif. Dalam banyak hal, FCM telah menggantikan evaluasi secara mikroskopis karena ia menawarkan kemampuan secara cepat dan simultan untuk membedakan populasi seluler berdasarkan berbagai variabel, seperti ukuran relatif, kompleksitas / granularitas dan sifat fluoresen (Shapiro, 2003; Bakke, 2000). Namun, Ford *et al.* (1994) menjelaskan bahwa persentase sel dalam hemosit dari masing-masing

tiram berubah dua hingga lima kali lipat dengan menggunakan FCM. Terlepas dari ketidakkonsistenan dalam beberapa penelitian, dalam penelitian ini kami memverifikasi bahwa FCM dengan dua parameter sederhana, FSC dan SSC, dapat secara efektif menentukan populasi hemosit *C. cainii*. Pengumpulan data hamburan samping pada skala logaritmik yang merupakan indikasi bahwa dibutuhkan lebih banyak daya untuk mengukur kisaran granularitas yang luas di antara populasi hemosit. Shapiro (1995) menemukan tiga faktor, selain ukuran sel, yang dapat mempengaruhi pengukuran data hamburan ke depan: perbedaan indeks bias antara sel dan media suspensi; keberadaan material, di dalam atau di atas sel, dengan penyerapan yang kuat pada panjang gelombang iluminasi yang digunakan; dan struktur internal sel. Beberapa struktur internal, misalnya granula atau vakuola, memiliki kecenderungan untuk menurunkan penyebaran cahaya ke depan; untuk alasan itu sel-sel dengan ukuran lebih besar ditempatkan dekat sumbu. Dalam penelitian ini, menggunakan FCM, kami dapat dengan jelas mengidentifikasi 3 populasi sel haemosit *C. cainii*: LGC, yang memiliki ukuran sel dan jumlah granula terbesar (dalam R2); SGC yang berukuran sedang dan memiliki jumlah granula yang lebih kecil (dalam R1); dan HC, yang memiliki ukuran sel terkecil dan kompleksitas paling kecil (dalam R3). Sebagai perbandingan, sulit untuk membedakan antara SGC dan LGC dari *C. cainii* berdasarkan ukuran dan karakteristik morfologisnya dengan penyelidikan mikroskopis cahaya,

karena mereka sangat mirip. Namun sel-sel ini dapat dengan mudah dibedakan menggunakan FCM. Xian *et al.* (2009) menggunakan FCM pada hemosit udang penaeid, *Litopenaeus vannamei*, dan memiliki hasil yang serupa dengan hasil penelitian kami ini. Begitu juga Comesana *et al.* (2012), yang menunjukkan kesamaan sub-populasi hemosit untuk tiram datar *Ostrea edulis* dengan populasi hemosit yang telah kami tunjukkan di sini untuk *C. cainii*. Di tangan kami, analisis FCM adalah teknik yang lebih disukai untuk mengidentifikasi populasi hemosit *C. cainii*, dan oleh karena itu memungkinkan evaluasi terhadap perubahan dalam proporsi relatif dari tipe-tipe hemosit ini, tentunya lebih unggul daripada LM dan TEM.

Jumlah total hemosit (THC) adalah metode praktis untuk mengevaluasi status fisiologis krustasea. Namun, ada berbagai nilai THC yang telah disampaikan tetapi karena skema klasifikasi dan metode yang digunakan berbeda yang mana adalah tidak memungkinkan melakukan perbandingan informatif antara berbagai krustasea. Faktor lingkungan seperti suhu dan salinitas juga mempengaruhi THC pada tiram *Crassostrea virginica* in vivo (Oliver & Fisher, 1995). Setelah mengadaptasikan marron pada suhu yang berbeda selama dua minggu, kami telah menunjukkan bahwa terjadi perubahan yang mencolok pada THC, dengan suhu 30 °C yang menaikkan jumlahnya lebih dari dua kali lipat. Alvarez *et al.* (1989); Chu & La Peyre, (1993); dan Hégaret, (2003) mengemukakan bahwa suhu di atas tingkat tertentu dapat mengakibatkan kondisi stres pada

hemosit tiram, sebagai akibat dari mereka yang kurang reaktif. Selain itu, kapasitas penyaringan dan aktivitas metabolisme dari kerang Mediterania *Chamelea gallina* berkurang secara dramatis pada suhu di bawah 10 °C atau lebih dari 30 °C (Ramon & Richardson, 1992). Perbedaan THC dalam krustasea tidak hanya disebabkan karena perbedaan suhu atau salinitas tetapi juga dapat disebabkan oleh faktor-faktor lain seperti ketersediaan makanan, jenis kelamin, diet, lama pemeliharaan dan tahap siklus molting (Stewart *et al.*, 1967; Tsing *et al.*, 1989; Baldaia *et al.*, 1984; Cuzin-Roudy *et al.*, 1989; Sequeira *et al.*, 1995).

Melalui penggunaan FCM, jumlah diferensial hemosit (DHC) untuk *C. cainii* menunjukkan bahwa HC adalah sel yang paling melimpah, diikuti oleh SGC dan LGC yang paling sedikit jumlahnya. Peningkatan suhu dari 20 menjadi 30 °C menghasilkan perubahan yang kecil namun signifikan, serta terbalik pada angka SGC dan LGC. Variasi dalam DHC telah ditemukan di antara spesies krustasea yang dipengaruhi oleh faktor intrinsiknya (yaitu jenis kelamin dan tahap siklus *moulting*) dan faktor ekstrinsik (yaitu faktor lingkungan, diet, dan panjang penangkaran) (Lorenzon *et al.*, 1999). Dari pengamatan mikroskopis dan FCM sebelumnya, HC adalah hemosit yang paling banyak pada beberapa spesies Penaeid (77 – 89%), (LeMoullac *et al.*, 1997; Owens & O'Neill, 1997) dan hemosit tiram timur, *Crassostrea virginica* (Ford *et al.*, 1994; Ashton-Alcox & Ford, 1998). Cardenas *et al.* (2000) juga menemukan bahwa hasil dari

pengamatan dengan mikroskop dan FCM menunjukkan pola distribusi yang sama di antara jenis sel, meskipun nilai HC dari FCM sekitar 10 % lebih rendah. Smith & Soderhall (1983), menemukan dari hemosit monolayer lobster air tawar *Astacus astacus* dengan pengamatan mikroskop terdiri dari semi-granular ~50 % (setara dengan SGC), granular ~30 % (setara dengan LGC), dan HC ~20 %. Demikian pula, populasi tipe hemosit *L. vannamei* yang diamati menggunakan TEM terdiri dari SGC sebagai jenis yang paling melimpah, diikuti oleh HC dan LGC (Heng & Wang, 1998). Sequeira *et al.* (1995) dan Owens & O'Neill (1997), menunjukkan hasil yang bertentangan dengan beberapa laporan lainnya, menemukan bahwa granulosit (9 – 13 %) lebih banyak daripada semi-granulosit (2 %), yang mirip dengan laporan lain (Ford *et al.*, 1994; Ashton-Alcox & Ford, 1998). Amen *et al.* (1992) tidak menemukan indikasi adanya jenis sel yang berbeda pada hemosit siput *Lymnaea stagnalis* dengan menggunakan FCM.

Kesimpulan

Sebagai kesimpulan, kami telah menunjukkan, melalui beberapa teknik, bahwa hemosit dari *C. cainii* dapat diklasifikasikan menjadi 3 tipe populasi yang konsisten dengan krustasea lain. Perbedaan jumlah hemosit untuk *C. cainii* mengungkapkan bahwa HC adalah sel yang paling melimpah, diikuti oleh SGC dengan LGC. Oleh karena itu, DHC dapat digunakan untuk mengevaluasi perubahan relatif dalam populasi hemosit karena faktor lingkungan yang dapat

mempengaruhi sistem imunologis mereka. Untuk dapat membandingkan antara spesies krustasea yang berbeda, terdapat kebutuhan untuk menggunakan teknik yang standar. Skema klasifikasi yang kami sampaikan dalam penelitian ini menawarkan metode yang mudah dan praktis untuk mengkarakterisasi hemosit *C. cainii* dan juga sesuai dengan penelitian terkini tentang hemosit di krustasea lain. Klasifikasi yang diusulkan akan bermanfaat untuk pengembangan lebih lanjut, kemungkinan juga termasuk untuk parameter lain yang dapat memberikan informasi lebih lanjut tentang tahap perkembangan dan pematangan hemosit serta untuk mengevaluasi fungsi fisiologis mereka.

Daftar Pustaka

- Alvarez, M. R., Friedl, F.E., Johnson, J.S. and Hinsch, G.W. (1989). "Factors affecting *in vitro* phagocytosis by oyster hemocytes." *Journal of Invertebrate Pathology*, 54(2): 233 – 241.
- Amen, R. I., Aten, J.A., Baggen, J.M., Meuleman, E.A., de Lange-de Klerk, E.S. and Sminia, T. (1992). "*Trichobilharzia ocellata* in *Lymnaea stagnalis*: a flow cytometric approach to study its effects on hemocytes." *Journal of Invertebrate Pathology* 59(1): 95-98.
- Ashton-Alcox, K. A. and Ford, S.E. (1998). "Variability in molluscan hemocytes: a flow cytometric study." *Tissue & Cell* 30(2): 195-204.

- Bakke, A. C. (2000). "Clinical applications of flow cytometry." *Laboratory Medicine* 31(2): 97-102.
- Baldaia, L., Porcheron, P., Coimbra, J. and Cassier, P. (1984). "Ecdysteroids in the shrimp *Palaemon serratus*: relations with molt cycle." *General and Comparative Endocrinology* 55(3): 437-443.
- Bauchau, A.G. (1981). "Crustaceans". In *Invertebrate Blood Cells*. Vol.2 (Eds. Ratcliffe, N.A. and A.F. Rowley). Academic Press. Sidney. pp. 385-420.
- Bodammer, J. E. (1978). "Cytological observations on the blood and hemopoietic tissue in the crab, *Callinectes sapidus*. I. The fine structure of hemocytes from intermolt animals." *Cell and Tissue Research* 187(1): 79-96.
- Cardenas, W., Jenkins, J.A. and Dankert, J.R. (2000). "A flow cytometric approach to the study of crustacean cellular immunity." *Journal of Invertebrate Pathology* 76(2): 112-119.
- Chen, J. C. (1995). "Survival, hemolymph osmolality and tissue water of *Penaeus chinensis* juveniles acclimated to different salinity and temperature levels." *Comparative Biochemistry and Physiology a-Molecular & Integrative Physiology* 110(3): 253-258.
- Chu, F. L. E. and Lapeyre, J.F. (1993). "Perkinsus-Marinus susceptibility and defense-related activities in eastern oysters *Crassostrea virginica* - temperature effects." *Diseases of Aquatic Organisms* 16(3): 223-234.
- Comesana, P., Casas, S.M., Cao, A., Abollo, E., Arzul, I., Morga, B. and Villalba, A. (2012). "Comparison of haemocytic parameters among flat oyster *Ostrea edulis* stocks with different susceptibility to bonamiosis and the Pacific oyster *Crassostrea gigas*." *Journal of Invertebrate Pathology* 109(3): 274-286.
- Cuzin-Roudy, J., Strambi, C., Strambi, A. and Delbecque, J.P. (1989). "Hemolymph ecdysteroids and molt cycle in males and females of *Siriella armata* m. edw. (Crustacea: Mysidacea): possible control by the MI-ME X-organ of the eyestalk." *General and Comparative Endocrinology* 74(1): 96-109.
- Dall, W. (1964). "Studies on the physiology of a shrimp, *Metapenaeus mastersii* (Haswell) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae)". *Australian Journal of Freshwater Resources* 15: 145-161.
- Ding, Z., Du, J., Ou, J-T., Li, W., Wu, T., Xiu, Y., Meng, Q.G., Ren, Q., Gu, W., Xue, H., Tang, J-Q., Wang, W. (2012). "Classification of circulating hemocytes from the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* and their susceptibility to the novel pathogen *Spiroplasma eriocheiris in vitro*." *Aquaculture* 356-357: 371-380.
- Eddy, F., Powell, A., Gregory, S., Nunan, L.M., Lightner, D.V., Dyson, P.J., Rowley, A.J. and Shields, R.J. (2007). "A novel bacterial disease of the European shore crab, *Carcinus maenas* molecular pathology and epidemiology." *Microbiology* 153(Pt 9): 2839-2849.

- Ford, S. E., Ashtonalcox, K.A. and Kanaley, S.A. (1994). "Comparative cytometric and microscopic analyses of oyster hemocytes." Journal of Invertebrate Pathology **64**(2): 114-122.
- Giulianini, P. G., Bierti, M., Lorenzon, S., Battistella, S. and Ferrero, E.A. (2007). "Ultrastructural and functional characterization of circulating hemocytes from the freshwater crayfish *Astacus leptodactylus*: cell types and their role after in vivo artificial non-self challenge." Micron **38**(1): 49-57.
- Hearing, V. and Vernick, S.H. (1967). "Fine structure of the blood cells of the lobster, *Homarus americanus*". Chesapeake Science **8** (3): 170-186.
- Hégaret, H., Wikfors, G.H. and Soudant, P. (2003). "Flow cytometric analysis of haemocytes from eastern oysters, *Crassostrea virginica*, subjected to a sudden temperature elevation. II. Haemocyte functions: aggregation, viability, phagocytosis, and respiratory burst." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **293**(2): 249-265.
- Heng, L. and Wang, L. (1998). "On the ultrastructure and classification of the hemocytes of penaeid shrimp, *Penaeus vannamei* (Crustacea, Decapoda)". Chinese Journal of Oceanology and Limnology **16**: 333-338.
- Hennig, O. L. and Andreatta, E.R. (1998). "Effect of temperature in an intensive nursery system for *Penaeus paulensis* (Perez Farfante, 1967)". Aquaculture **164**(1-4): 167-172.
- Hose, J. E., Martin, G.G. and Gerard, A.S. (1990). "A decapod hemocyte classification scheme integrating morphology, cytochemistry, and function." Biological Bulletin **178**(1): 33-45.
- Johnson, P. T. (1987). "A review of fixed phagocytic and pinocytotic cells of decapod crustaceans, with remarks on hemocytes." Developmental & Comparative Immunology **11**(4): 679-704.
- Iwanaga, S. (2002). "The molecular basis of innate immunity in the horseshoe crab." Current Opinion in Immunology **14**(1): 87-95.
- Le Moullac, G., LeGroumellec, M., Ansquer, D., Froissard, S. and Levy, P. (1997). "Haematological and phenoloxidase activity changes in the shrimp *Penaeus stylirostris* in relation with the moult cycle: protection against vibriosis." Fish & Shellfish Immunology **7**(4): 227-234.
- Le Moullac, G. and Haffner, P. (2000). "Environmental factors affecting immune responses in Crustacea." Aquaculture **191**(1-3): 121-131.
- Lorenzon, S., de Guarrini, S., Smith, V.J. and Ferrero, E.A. (1999). "Effects of LPS injection on circulating haemocytes in crustaceans *in vivo*." Fish & Shellfish Immunology **9**(1): 31-50.
- Martin, G. G. and Graves, B.L. (1985). "Fine-structure and classification of shrimp hemocytes." Journal of Morphology **185**(3): 339-348.
- Oliver, L. M. and Fisher, W.S. (1995). "Comparative Form and Function of Oyster *Crassostrea-Virginica*

- Hemocytes from Chesapeake Bay (Virginia) and Apalachicola Bay (Florida)." Diseases of Aquatic Organisms **22**(3): 217-225.
- Owens, L. and O'Neill, A. (1997). "Use of a clinical cell flow cytometer for differential counts of prawn *Penaeus monodon* haemocytes." Diseases of Aquatic Organisms **31**(2): 147-153.
- Ramon, M. and Richardson, C.A. (1992). "Age-determination and shell growth of *Chamelea gallina* (Bivalvia, Veneridae) in the Western Mediterranean." Marine Ecology Progress Series **89**(1): 15-23.
- Sequeira, T., Vilanova, M., L.obodoCunha, A., Baldaia, L. and AralaChaves, M. (1995). "Flow cytometric analysis of molt-related changes in hemocyte type in male and female *Penaeus japonicus*." Biological Bulletin **189**(3): 376-380.
- Shapiro, H.M. (1995). "Practical flow cytometry". In: Shapiro, H. (editor). Wiley-Liss: New York. p. 542.
- Shapiro, H.M. (2003). "Practical flow cytometry". Wiley, Hoboken, New Jersey.
- Smith, V. J. and Soderhall, K. (1983). "Induction of degranulation and lysis of haemocytes in the freshwater crayfish, *Astacus astacus* by components of the prophenoloxidase activating system *in vitro*." Cell and Tissue Research **233**(2): 295-303.
- Soderhall, K. and Thornqvist, P.O. (1997). "Crustacean immunity--a short review." Developments in Biological Standardization **90**: 45-51.
- Stewart, J.E., Cornick, J.W. and Dingle, J.R. (1967). "An electronic method for counting lobster (*Homarus americanus* milne edwards) hemocytes and the influence of diet on hemocyte numbers and hemolymph proteins". Canadian Journal of Zoology **45**: 291-304.
- Sung, H. H. and Sun, R. (2002). "Use of monoclonal antibodies to classify hemocyte subpopulations of tiger shrimp (*Penaeus monodon*)." Journal of Crustacean Biology **22**(2): 337-344.
- Tsing, A., Arcier, J.M. and Brehelin, M. (1989). "Hemocytes of penaeid and palaemonid shrimps - Morphology, cyto-chemistry, and hemograms." Journal of Invertebrate Pathology **53**(1): 64-77.
- Vargas-Albores, F. (1998). "Influence of temperature and salinity on the yellowleg shrimp, *Penaeus californiensis* Holmes, prophenoloxidase system." Aquaculture Research **29**(8): 549-553.
- Vazquez, L., Alpuche, J., Maldonado, G., Agundis, C., Pereyra-Morales, A. and Zenteno, E. (2009). "Review: Immunity mechanisms in crustaceans." Innate Immunity **15**(3): 179-188.
- Xian, J.-A., Wang, A.-L., Tian, J.-X., Huang, J.-W., Ye, C.-X., Wang, W.-N. and Sun, R.-Y. (2009). "Morphologic, physiological and immunological changes of haemocytes from *Litopenaeus vannamei* treated by lipopolysaccharide." Aquaculture **298**(1-2): 139-145.
- Xue, Q. G., Renault, T. and Chilmonczyk, S. (2001). "Flow

cytometric assessment of haemocyte sub-populations in the European flat oyster, *Ostrea edulis*, haemolymph." Fish & Shellfish Immunology **11**(7): 557-567.

Zhang, Z. F., Shao, M. and Kang, K.H. (2006). "Classification of haematopoietic cells and haemocytes in Chinese prawn *Fenneropenaeus chinensis*." Fish & Shellfish Immunology **21**(2): 159-169.

INFLUENCES OF LAMP IRRADIATION EXPOSURE ON GROWTH AND SURVIVAL OF JUVENILE SNEAKHEAD FISH *Channa striata* (Bloch, 1793)

Triyanto*¹, Tarsim, Deny Sapto Chondro Utomo²

ABSTRACT

*The research has been conducted by February to March 2018 in the Laboratory of Aquaculture, Faculty of Agriculture, Lampung University. The research aim of this to acknowledge the influences of lamp irradiation exposure on growth and survival of juvenile sneakhead fish (*Channa striata*). This research used a completely randomized design with five treatments, A (12B;12D), B (9B;15D), C (6B;18D), D (3B;21D), and E (0B;24D) with three replications. The research showed that the effect of the length of light irradiation exposure has a significant effect on growth and survival of juvenile snakehead fish. The best treatment found in treatment D, that the resulted highest value of weight growth (5,46 g), daily weight growth (0,121 g/day), length growth (5,37 cm), daily length growth (0,119 cm/day), and survival rate of 97%.*

Keywords: *snakehead fish, survival rate, long irradiation exposure, growth*

Pendahuluan

Ikan gabus *Channa striata* (Bloch, 1793) adalah salah satu ikan asli yang hidup di perairan tawar di Indonesia. Berdasarkan kebiasaan makan ikan gabus tergolong ikan karnivora, serta termasuk ikan nokturnal atau ikan yang aktif di malam hari. Kendala utama dalam usaha budidaya ikan gabus yaitu kelangsungan hidup rendah dan pertumbuhan yang relatif lambat. Selama ini banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan pertumbuhan melalui pendekatan hormonal dan pakan, namun masih

sangat jarang dilakukan kajian pendekatan menggunakan manipulasi lingkungan. Salah satu solusi yang mungkin dapat dilakukan dengan memanipulasi kondisi lingkungan ikan gabus di alam yaitu dengan pendekatan lama penyinaran (pencahayaan).

Berdasarkan beberapa hasil kajian pada ikan nokturnal menyatakan bahwa lama penyinaran menjadi salah satu solusi dalam memecah permasalahan pertumbuhan ikan, contohnya pada ikan nokturnal yaitu ikan Lele. menurut Mustapha *et al.* (2012) larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara

¹ E-mail: tri99991@yahoo.com

² Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. S. Brodjonegoro No.1 Gedong Meneng Bandar Lampung, 35145

pada kondisi gelap 24 jam dalam sehari memberikan pertumbuhan yang terbaik, hal serupa juga dinyatakan oleh Solomon (2012) bahwa ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara pada kondisi 24 jam gelap memberikan tingkat kelulushidupan terbaik, kerusakan tubuh akibat gigitan/kanibalisme tidak ditemukan, pertumbuhan lebih cepat, dan konversi pakan lebih baik.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian lama penyinaran optimum terhadap pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan benih ikan gabus (*Channa striata*) guna mendukung terjadinya peningkatan produksinya. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk mempelajari pengaruh lama penyinaran terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan gabus.

Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari – Maret 2018 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan lima perlakuan A (12T;12G), B (9T;15G), C (6T;18G), D (3T;21G), dan E (0T;24G) dengan tiga ulangan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu akuarium, DO kit, pH paper, termometer, amonia kit, baskom, selang sipon, aerator, milimeter blok, timbangan digital, lampu TL 8 watt, plastik hitam, automatic timer, styrofoam, skopnet, kamera digital, alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu yaitu larva ikan gabus (3 – 4 cm), air sumur, dan

Tubifex sp. Pemeliharaan dilakukan selama 45 hari dengan 10 ekor per akuarium dengan pemberian pakan sebanyak 20% bobot ikan sebanyak 2 kali sehari.

Pengamatan dilakukan setiap 15 hari sekali meliputi:

Pertumbuhan berat mutlak

Menurut Effendie (1997), pertumbuhan berat mutlak adalah selisih berat pada awal penelitian dengan akhir penelitian:

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan:

Wm : Pertumbuhan berat mutlak (g)

Wt : Berat rata-rata akhir ikan (g)

Wo : Berat rata-rata awal pemeliharaan benih ikan (g)

Laju pertumbuhan berat harian

Menurut Effendi (1997), laju pertumbuhan berat ikan dalam kurun waktu tertentu dapat diketahui dengan rumus:

$$GR = \frac{Wt - Wo}{t}$$

Keterangan:

GR : Pertumbuhan berat harian (g/hari)

Wt : Berat rata-rata akhir ikan (g)

Wo : Berat rata-rata awal benih ikan (g)

t : Lama pemeliharaan (hari)

Pertumbuhan panjang mutlak

Menurut Effendi (1997), pertumbuhan panjang mutlak adalah selisih panjang tubuh pada awal penelitian dengan akhir penelitian dan dapat diketahui dengan rumus:

$$L = Lt - Lo$$

Keterangan:

L : Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

Lt : Panjang tubuh pada akhir penelitian (cm)

Lo : Panjang tubuh pada awal penelitian (cm)

Pertumbuhan panjang harian

Menurut Effendi (1997), laju pertumbuhan berat harian ikan diketahui dengan rumus:

$$LR = \frac{Lt - Lo}{t}$$

Keterangan:

LR : Pertumbuhan panjang harian (cm/hari)

Lt : Panjang pada akhir penelitian (cm)

Lo : Panjang pada awal penelitian (cm)

t : Lama waktu pemeliharaan (hari)

Kelangsungan hidup (SR)

Menurut Effendi (1997), kelangsungan hidup ikan dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

SR : Tingkat kelangsungan hidup (%)

Nt : Jumlah pada saat pemanenan (ekor)

No : Jumlah benih saat awal penebaran (ekor)

Jumlah konsumsi pakan

Jumlah konsumsi pakan ditentukan dengan menimbang

jumlah pakan yang diberikan setiap hari selama percobaan dilakukan. Pada akhir percobaan, pakan yang telah diberikan dijumlahkan dan dikurangi sisa pakan yang telah dikeringkan.

$$JKP = \text{Jumlah pakan diberikan} - \text{Jumlah sisa pakan}$$

Rasio konversi pakan (FCR)

Menurut Effendi (1979), Rasio konversi pakan adalah jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg daging. FCR dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

FCR : Rasio konversi pakan

F : Total pakan yang digunakan (g)

Wo : Berat total ikan awal pemeliharaan (g)

Wt : Berat total ikan akhir pemeliharaan (g)

D : Berat total ikan mati (g)

Pengukuran kualitas air juga dilakukan untuk mengetahui kondisi air. Kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO).

Data hasil penelitian diolah dengan sistem analisis sidik ragam (Anova) dengan selang kepercayaan 95% untuk mengetahui pengaruh lama penyinaran terhadap pertumbuhan benih ikan gabus. Apabila berbeda nyata antar perlakuan maka diuji lanjut dengan uji BNT (beda nyata terkecil), sedangkan kualitas air dianalisis secara deskriptif (Steel dan Torrie, 2001).

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Jumlah Konsumsi Pakan (JKP), Pertumbuhan Berat Mutlak (Wm), Pertumbuhan Berat Harian (GR), Pertumbuhan Panjang Mutlak (L), Pertumbuhan Panjang Harian (LR), Kelangsungan Hidup (SR), dan Rasio Konversi Pakan (FCR)

Perlakuan	JKP (g)	Wm (g)	GR (g/hari)	L (cm)	LR (cm/hari)	SR (%)	FCR
A (12T;12G)	104,54 ± 15,76 ^b	3,11 ± 0,23 ^b	0,069 ± 0,005 ^b	3,38 ± 0,15 ^b	0,075 ± 0,003 ^b	73 ± 0,06 ^b	3,92 ± 0,31 ^a
B (9T;15G)	100,47 ± 8,51 ^b	3,32 ± 0,35 ^b	0,074 ± 0,008 ^b	3,40 ± 0,19 ^b	0,076 ± 0,004 ^b	70 ± 0,10 ^b	3,65 ± 0,51 ^a
C (6T;18G)	107,63 ± 4,36 ^b	3,78 ± 0,18 ^b	0,084 ± 0,004 ^b	3,74 ± 0,04 ^b	0,083 ± 0,001 ^b	77 ± 0,06 ^b	3,30 ± 0,35 ^{ab}
D (3T;21G)	152,09 ± 3,06 ^a	5,46 ± 0,42 ^a	0,121 ± 0,009 ^a	5,37 ± 0,06 ^a	0,119 ± 0,001 ^a	97 ± 0,06 ^a	2,84 ± 0,19 ^b
E (0T;24G)	149,34 ± 26,39 ^a	5,07 ± 0,93 ^a	0,113 ± 0,021 ^a	5,26 ± 0,41 ^a	0,117 ± 0,009 ^a	80 ± 0,10 ^b	3,31 ± 0,75 ^{ab}

Keterangan: huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata

Jumlah Konsumsi Pakan (JKP)

Hasil jumlah konsumsi pakan benih ikan gabus selama penelitian dari yang tertinggi sampai terendah berturut turut adalah perlakuan D (152,09 g), perlakuan E (149,34 g), perlakuan C (107,63 g), perlakuan A (104,54 g), dan perlakuan B (100,47 g). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan B tidak berbeda nyata terhadap perlakuan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan C berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E.

Berdasarkan hasil penelitian pada kondisi gelap ikan gabus lebih banyak melakukan aktivitas renang dibandingkan dengan kondisi terang, hal tersebut dapat mempengaruhi jumlah konsumsi pakan. Menurut Nofrizal *et al.* (2009) cahaya

mempengaruhi aktivitas renang ikan dimana aktifitas renang yang tinggi akan mengakibatkan organ olfactory (penciuman) berfungsi dengan baik, organ tersebut akan membantu ikan untuk mengetahui keberadaan pakan. Reseptor penciuman tersebut akan mendeteksi rangsangan kimia yang dihasilkan oleh cacing sutera, selanjutnya diteruskan ke sistem saraf pusat, kemudian sistem saraf olfaktori menuju ke otak sehingga memberikan reaksi ikan untuk menemukan mangsanya (Schultz, 2004). Semakin lama ikan mencari pakan, maka konsumsi pakan akan semakin bertambah, serta semakin mudahnya ikan mencari pakan, maka energi yang dikeluarkan akan semakin berkurang.

Kelangsungan Hidup (SR)

Hasil kelangsungan hidup benih ikan gabus selama penelitian dari yang tertinggi sampai terendah berturut turut adalah perlakuan D

(97%), perlakuan E (80%), perlakuan C (77%), perlakuan A (73%), dan perlakuan B (70%). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan B tidak berbeda nyata terhadap perlakuan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan C berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E.

Menurut Boeuf dan Le Bail (1999), pada umumnya intensitas cahaya tinggi akan lebih mengoptimalkan pertumbuhan, namun intensitas cahaya yang intensif dapat menyebabkan stres pada ikan bahkan kematian. Pada kondisi cahaya lebih lama ikan cenderung berkumpul di dasar akuarium, kondisi tersebut mengakibatkan ikan tidak menerima rangsangan kimia yang berasal dari cacing sutera hal tersebut menyebabkan organ olfactory (penciuman) tidak dapat berfungsi dengan baik, sehingga ikan tidak dapat menemukan makanannya yang berada di bagian kolom air. Kondisi tersebut mengakibatkan ikan dalam keadaan lapar sehingga memangsa ikan gabus lain yang berukuran lebih kecil di sekitarnya. Menurut Juliette (2015), intensitas cahaya sangat mempengaruhi sistem penginderaan ikan yaitu mata. Cahaya yang terkumpul dan dianalisis retina semakin besar sehingga objek semakin jelas terlihat, jika intensitas cahaya yang diterima mata terlalu besar akan mempengaruhi sifat kanibalisme, dimana menurut Ng dan Lim (1990) ikan gabus termasuk kanibal pada semua stadia hidupnya dan hal tersebut merupakan salah satu

alasan rendahnya tingkat sintasan selama budidaya. Kematian benih ikan gabus pada kondisi terang yang cukup lama diduga karena ikan mengalami stres sehingga mengakibatkan penurunan daya tahan tubuh ikan gabus.

Rasio Konversi Pakan (FCR)

Hasil nilai FCR pada benih ikan gabus selama penelitian dari yang tertinggi sampai terendah berturut turut adalah sebagai berikut: perlakuan D (2,84), perlakuan C (3,30), perlakuan E (3,31), perlakuan B (3,65), dan perlakuan A (3,92). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan B tidak berbeda nyata terhadap perlakuan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan C berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E. Pada penelitian Safitri (2015), nilai konversi pakan pada pemeliharaan benih ikan gabus yang diberikan pakan berupa cacing sutera berkisar antara 4,56 - 7,29. Sementara pada penelitian ini tergolong rendah yaitu berkisar antara 2,84 – 3,92.

Konversi pakan tertinggi terdapat pada perlakuan A dan berbeda nyata dengan konversi pakan terendah yaitu perlakuan D. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi lama penyinaran, maka semakin tinggi nilai rasio konversi pakan. Peningkatan lama penyinaran menyebabkan nafsu makan ikan berkurang dan peningkatan stres pada benih ikan gabus yang diakibatkan oleh kondisi

lingkungan kurang sesuai. Peningkatan stres tersebut menyebabkan energi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan tidak dapat digunakan secara maksimal sehingga efisiensi pakan menjadi tidak optimum.

Pertumbuhan berat mutlak

Hasil pertumbuhan berat mutlak ikan gabus selama penelitian dari yang tertinggi sampai terendah berturut turut adalah perlakuan D (5,46 g), perlakuan E (5,07 g), perlakuan (3,78 g), perlakuan B (3,32 g), dan perlakuan A (3,11 g). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan B tidak berbeda nyata terhadap perlakuan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan C berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E.

Ikan gabus merupakan kelompok ikan *piscivores* (pemangsa yang rakus), memiliki naluri untuk mencari makan dengan menggunakan organ sensori di antaranya yaitu organ penglihatan, organ penciuman, dan linea lateralis (Liang *et al.*, 1998). Indera penglihatan benih gabus lebih peka pada perlakuan D dan E dimana pada perlakuan tersebut periode gelap cukup lama, hal tersebut ditunjukkan dengan tingkah laku ikan yang aktif berenang dan ketika diberi pakan, sehingga menghasilkan pertumbuhan berat mutlak lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A, B, dan C. Pertumbuhan bobot dan pertumbuhan panjang dipengaruhi oleh asupan nutrisi serta kondisi

lingkungan yang baik (Saparinto, 2009).

Pertumbuhan berat harian

Hasil pertumbuhan berat mutlak ikan gabus berbanding lurus dengan pertumbuhan harian berat ikan gabus. Pertumbuhan berat harian ikan gabus selama penelitian adalah perlakuan A (0,069 g/hari), perlakuan B (0,074 g/hari), perlakuan C (0,084 g/hari), perlakuan D (0,121 g/hari) dan perlakuan E (0,0113 g/hari). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan B tidak berbeda nyata terhadap perlakuan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan C berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E.

Ikan gabus bersifat nokturnal sehingga membutuhkan periode gelap cukup lama untuk perkembangan dan pertumbuhannya. Menurut Boeuf dan Le Bail (1999), cahaya mempengaruhi pertumbuhan ikan dan merangsang laju konsumsi pakan. Intensitas cahaya, spectrum cahaya dan lama penyinaran memiliki pengaruh yang signifikan pada semua tahapan kehidupan ikan. Pada kondisi wadah pemeliharaan gelap yang cukup lama mengakibatkan ikan aktif bergerak dan meningkatnya nafsu makan, sisa energi dari proses metabolisme dimanfaatkan ikan untuk pertumbuhannya (Hariati, 2010). Faktor lain yang mempengaruhi tingginya pertumbuhan berat ikan gabus pada perlakuan D dan E yaitu suhu, dimana suhu pada wadah pemeliharaan yaitu

28°C, sedangkan pada perlakuan lainnya berkisar 29 – 30°C. Suhu perairan mempunyai peranan sangat penting dalam pengaturan aktivitas, pertumbuhan, nafsu makan, dan mempengaruhi proses pencernaan makanan.

Pertumbuhan panjang mutlak

Hasil pertumbuhan panjang mutlak ikan gabus selama penelitian dari yang tertinggi sampai terendah berturut turut adalah perlakuan D (5,37 cm/ekor) perlakuan E (5,26 cm/ekor), perlakuan C (3,74 cm/ekor), perlakuan B (3,40 cm/ekor), dan perlakuan A (3,38 cm/ekor). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan B tidak berbeda nyata terhadap perlakuan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan C berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E. Hasil penelitian terhadap pertumbuhan panjang mutlak ikan gabus menunjukkan bahwa lama penyinaran berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang benih ikan gabus, semakin lama periode gelap maka pertumbuhan semakin tinggi. Pertumbuhan panjang mutlak tertinggi terdapat pada perlakuan D, dimana ikan gabus bersifat nokturnal dan fototaksis negatif sehingga menjauhi cahaya. Tingginya pertumbuhan panjang pada perlakuan D diduga karena lamanya periode gelap memudahkan ikan dalam melihat dan mencari pakan, waktu mencari pakan lebih lama sehingga pakan yang dikonsumsi lebih banyak, dimana dengan semakin banyak

pakan yang dikonsumsi maka pertumbuhan ikan akan semakin meningkat. Menurut Boeuf dan Le Bail (1999) sebagian besar ikan mengikuti ritme alami (diurnal atau nokturnal) dimana periode cahaya tersebut mempengaruhi aktifitas serta pola makan ikan.

Aktivitas ikan gabus pada masing-masing perlakuan menunjukkan beberapa perbedaan, ikan pada perlakuan D dan E cenderung aktif berenang di kolom air dengan pergerakan yang lambat. Pergerakan lambat tersebut menyebabkan ikan dapat menyimpan energi dari pakan dalam bentuk pertumbuhan, karena tidak banyak energi terbuang untuk aktivitas dan metabolisme tubuh, dimana menurut Arteaga *et al.* (1997) pertumbuhan hanya dapat terjadi jika kebutuhan energi dalam tubuh ikan telah terpenuhi. Ikan gabus yang dipelihara dengan waktu penyinaran cukup lama yaitu pada perlakuan A, B, dan C cenderung berkumpul di dasar akuarium pemeliharaan dengan pergerakan yang cepat. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nofrizal *et al.* (2009) bahwa cahaya mempengaruhi aktivitas renang ikan, kondisi cahaya gelap mengakibatkan aktivitas renang ikan tinggi, ikan berenang berputar keliling bak dengan posisi di permukaan dengan gerak sirip relatif pelan. Sebaliknya pada saat terang aktifitas ikan tidak berenang berputar keliling bak dengan sirip bergerak cepat dikarenakan ikan yang berada di dasar perairan melawan arus yang berasal dari pompa sirkulasi.

Pertumbuhan panjang harian

Hasil pertumbuhan panjang mutlak ikan gabus berbanding lurus

dengan pertumbuhan panjang harian ikan gabus. Pertumbuhan panjang harian ikan gabus selama penelitian adalah sebagai berikut: perlakuan A (0,075 cm/hari), perlakuan B (0,076 cm/hari), perlakuan C (0,083 cm/hari), perlakuan D (0,119 cm/hari) dan perlakuan E (0,0117 cm/hari). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan B tidak berbeda nyata terhadap perlakuan C tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan C berbeda nyata terhadap perlakuan D dan E. Perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyinaran pada perlakuan D cukup baik untuk pertumbuhan benih ikan gabus. Menurut Lokkeborg (1998) organ penglihatan berperan saat ikan mendeteksi keberadaan makanan

pada jarak dan kondisi cahaya yang dapat diterima ikan, diikuti dengan kecepatan renang yang meningkat seiring dengan semakin dekatnya jarak antara makanan dan ikan. Ikan gabus pada kondisi gelap yang cukup lama yaitu perlakuan D dan E cenderung aktif berenang di kolom air dengan pergerakan yang lambat sehingga lebih mudah mendapatkan makanan yang berada di kolom air. Menurut Stoner (2004) ikan akan tertarik pada umpan melalui isyarat kimia, tetapi organ penglihatan akan sangat berperan ketika lokasi umpan dekat dengan posisi ikan.

Kualitas Air

Air sebagai media hidup ikan yang dipelihara, harus memenuhi kisaran optimal sehingga ikan dapat hidup dan tumbuh dengan baik. Parameter kualitas air yang diamati pada penelitian adalah suhu, pH, DO, dan amonia (Tabel 2).

Tabel 2. Kualitas air selama pemeliharaan benih ikan gabus *Channa striata* (Bloch, 1793).

Perlakuan	Parameter			
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	Amonia (mg/l)
A	29 – 30	7	4 – 5	0,0080 – 0,0160
B	29 – 30	7	4 – 5	0,0080 – 0,0160
C	29 – 30	7	4 – 5	0,0148 – 0,0400
D	27,9 – 28,5	7	4	0,0069 – 0,0345
E	28 – 28,3	7	4 – 5	0,0069 – 0,0345
Optimal	25 – 37 ^a	6,5 – 8,5 ^b	<5 ^c	< 1 ^d

Sumber: a Hardjamulia *et al*, 1996
c Bijaksana, 2011

b Wardoyo, 1975
d Jianguang, 1997

Selama masa pemeliharaan pengamatan kualitas air dilakukan 15 hari sekali. Hasil pengamatan suhu yaitu berkisar antara 27,9 – 30 °C yang berada dikisaran optimum untuk pertumbuhan benih ikan gabus. Fluktuasi suhu antara perlakuan

berada dalam kisaran yang sempit dan masih merupakan kisaran yang dapat ditoleril oleh ikan, dimana suhu optimal bagi perkembangan hidup ikan gabus berkisar antara 26,5 – 31,5 °C (Makmur, 2003). Fluktuasi suhu tersebut dapat disebabkan oleh

perlakuan berupa cahaya pada penelitian ini. pH air pada setiap perlakuan yaitu 7 masih sesuai dengan kebutuhan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus. Menurut Wardoyo (1975) kisaran pH optimum untuk benih ikan gabus yaitu berkisar antara 6,5 – 8. Hasil pengukuran oksigen terlarut yaitu 4 – 5 mg/l nilai tersebut termasuk kisaran optimum untuk benih ikan gabus. Menurut Bijaksana (2011) ikan gabus dapat bertahan hidup pada perairan dengan kandungan oksigen rendah yaitu <5 mg/l, hal tersebut dapat disebabkan karena ikan gabus dapat menghirup udara secara langsung dari atmosfer karena memiliki organ pernafasan tambahan yaitu labirin (Indira, 2005). Kandungan amonia yang diukur selama penelitian in berkisar antara 0,0069 – 0,0400 mg/l, dimana menurut Jianguang (1997) kadar amonia yang baik untuk kehidupan ikan dan organisme lainnya yaitu <1 mg/l. Berdasarkan nilai tersebut maka kandungan amoniak pada wadah pemeliharaan berada dalam kisaran normal dan dapat ditoleransi oleh benih ikan gabus.

Kesimpulan

Lama penyinaran pada perlakuan D dan E berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan Kelangsungan hidup (SR) ikan gabus *Channa striata* (Bloch, 1973).

Daftar Pustaka

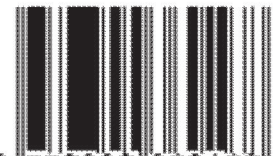
- Arteaga, J.P., Garcia, R., Carlo, S., dan Valle. 1997. length-weight relationship of cuban Marine Fishes. *Journal Ichthyology* 2(1): 38-43.
- Bijaksana, U. 2011. Domestikasi ikan gabus, *Channa striata* Blkr, upaya optimalisasi perairan rawa di Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal* 1(1): 92-101.
- Boeuf dan Le Bail. 1999. Does light have an influence on fish growth. *Aquaculture* 177(1-4): 129-152.
- Cholik, F., Hardjamulia, A., dan Arifudin, R. 1986. *Budidaya Perikanan*. BLPP SUPM Negeri, Bogor.
- Effendie, M. I. 1997. *Metode Biologi Perikanan*. Dewi Sri, Bogor.
- Hariati, E. 2010. Potensi tepung cacing sutera (*Tubifex* sp.) dan tepung tapioka untuk substitusi pakan komersial ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Skripsi*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Indira, F. 2005. Pembesaran larva ikan gabus, *Channa striata* dan efektifitas induksi hormon gonadotropin untuk pemijahan induk. *Tesis*. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jianguang, Q., Fast, A.W., Denada, D., dan Weidnbach, R.P. 1997. Growth and survival of larval snake head (*Channa striata*) Fed Diffrents Diets. *J Aquaculture* 148: 105-113.
- Deborra, J. 2015. Advantages of LED lighting system in larval fish culture. *World Aquaculture*: 25-28.
- Kandida, P.F. 2013. Pengaruh Perbedaan Protein Pakan dengan Penambahan Protein Sel Tunggal dari Produksi MSG terhadap Pertumbuhan Nila (*Oreochromis* sp.) pada Salinitas 15 ppt. *Skripsi*.

- Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Liang, X.F., Liu, J.K., dan Huang, B.Y. 1998. The role of sense organs in the feeding behaviour of Chinese perch. *Journal of Fish Biology* 52: 1058-1067.
- Lokkeborg, S. 1998. Feeding behaviour of cod (*Gabus morhua*) activity rhythm and chemically mediated food research. *Journal Animal Behaviour* 56(2): 371-378.
- Makmur, S. 2003. Biologi reproduksi ikan gabus (*Channa striata* Bloch) di daerah banjiran Sungai Musi, Sumatra Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 3(2): 57-62.
- Muslim. 2007. Potensi, peluang dan tantangan budidaya ikan gabus (*Channa striata*) di Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Forum Perairan Umum Indonesia IV 2007*. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan, Palembang.
- Mustapha, Moshood, Benedict, U., dan Okafar. 2012. Effects of three different photoperiods on the growth and body coloration of juvenile. *Archive of Polish Fisheries* 20: 55-59.
- Ng, P.K.L., dan Lim, K.K.P. 1990. Snakeheads (pisces; Channidae) natural history, biology, and economic importance. *Essays in Zoology*: 127-152.
- Nofrizal, Yanase, K., dan Arimoto, T. 2009. Effect of temperature on the swimming endurance and post-exercise recovery of jack mackerel *Trachurus japonicas*, as determined by ECG monitoring. *Journal Fisheries Science* 75: 1369-1375.
- Nurdin, M. 2014. Perbedaan lama penyinaran dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan serta sintasan benih ikan tengadak (*Barbonymus schwanefeldii*). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Safitri, N. 2015. Pengaruh tingkat intensitas cahaya terhadap performa pertumbuhan larva ikan gabus *Chana striata*. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Saparinto, C. 2009. *Panduan Lengkap Belut*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Solomon, S.G. dan Akomoda, V.T. 2012. Growth response and aggressive behavior of *Clarias gariepinus* fingerlings reared at defferent photoperiods in a water re-Circulatory system. *J. Stock Research for Rural Development* 24(11): Article #191.
- Steel, K.G.D. dan Torrie, J.H. 2001. Principles and Procedures of Statistic, Biometrical Approach. McGraw – Hill Book Company, New York.
- Stoner, A.W. 2004. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. *Journal of Fish Biology* 65(6): 1445-1471.
- Suprihatin, T. 1998. Pengaruh peningkatan periode waktu pencahayaan terhadap laju pertumbuhan ikan nila merah *Oreochromis* sp. *Skripsi*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wardoyo, S.T.H. 1975. *Pengelolaan Kualitas Air*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

 JURNAL
REKAYASA DAN TEKNOLOGI BUDIDAYA PERAIRAN
Aquaculture Engineering and Technology Journal

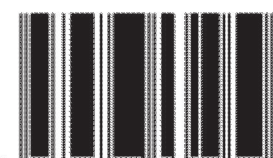
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG

p-ISSN: 2302-3600



9 772302 360168

e-ISSN: 2597-5315



9 772597 531052