

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

Dwi Mulyasih, 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). Ditujukekan 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 7 NOMOR 1 OKTOBER 2018

Efektivitas Pemberian Bakteri <i>Bacillus Polymyxa</i> melalui Pakan terhadap Imunitas Non Spesifik Udang <i>Vannamei</i> (<i>Litopenaeus vannamei</i>) <i>M. Haris Kurniawan, Berta Putri, dan Yeni Elisdiana</i>	739 – 750
Studi tentang Penggunaan Pakan Komersil yang Dicampur dengan Bakteri <i>Bacillus Coagulans</i> terhadap Performa <i>Litopenaeus vannamei</i> <i>Ratna Suri, Berta Putri, dan Oktora Susanti</i>	751 – 762
Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu dan Tapioka Untuk Budidaya Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) dengan Sistem Bioflok Yang Berbeda <i>Suryo Kunindar, Eko Efendi, dan Supono</i>	763 – 774
Pengaruh Warna Wadah Pemeliharaan terhadap Peningkatan Intensitas Ikan Guppy (<i>Poecilia reticulata</i>) <i>Dimas Rizki Pratama, Henni Wijayanti Maharani, dan Herman Yulianto</i>	775 – 782
The Effect of the Use of <i>Lemna</i> sp. Flour Fermented on Artificial Feed on Utilization Feed Rate, Growth and Survival Rate of Catfish (<i>Clarias gariepinus</i>) <i>Ika Nurul Asriyanti, Johannes Hutabarat, dan Vivi Endar Herawati</i>	783 – 798
Pengaruh Proporsi Tepung Ikan Dan Tepung keong Mas (<i>Pomacea canaliculata</i>) yang Berbeda sebagai Bahan Baku Utama Pembuatan Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Udang <i>Vannamei</i> (<i>Litopenaeus vannamei</i>) <i>Tari Putri Anggraini, Siti Hudaidah, dan Deny Sapto Chondro Utomo</i>	799 – 806
Evaluasi Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Ikan Betutu <i>Oxyeleotris marmorata</i> (Bleeker, 1852) di Desa Rantau Jaya Makmur Sungai Way Pegadungan Kecamatan Putra Rumbia Kabupaten Lampung Tengah <i>Rara Diantari, Abdullah Aman Damai, dan Leoni Dian Pratiwi..</i>	807 – 822



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



EFEKTIVITAS PEMBERIAN BAKTERI *Bacillus polymyxa* MELALUI PAKAN TERHADAP IMUNITAS NON SPESIFIK UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*)

Muhammad Haris Kurniawan, Berta Putri*¹, dan Yeni Elisdiana*²

ABSTRACT

The addition of Bacillus polymyxa bacteria in the feed as immunostimulant is one of the efforts of disease prevention on vannamei shrimp (Litopenaeus vannamei). The aimed of this research was to know the effectivity of the use of Bacillus polymyxa bacteria in feed towards the non-specific immunity of vannamei shrimp. This research consisted of 4 treatments namely feed with the density of Bacillus polymyxa bacteria 0 cell/ml as control (A), 10⁴ cell/ml (B), 10⁶ cell/ml (C) and 10⁸ cell/ml (D) and each treatment is repeated 3 times. This research has been done in 15 days. Parameters that observed this research were total haemocyte count (THC), phagocytosis activity, differential haemocyte count (DHC) and water quality. The results showed that the addition Bacillus polymyxa bacteria of 10⁶ cell/ml was able to improve THC value 6,6x10⁷ cell/ml on the day 10. The DHC value was in the normal range which is hyalin cell was 52-89% and granular cell was 11-48%. The quality of water maintenance media during this research was in the normal range there were temperature 27,2-28,1°C, DO 3,70-3,91ppm, pH 3,70-3,91, and salinity 30-35 ppt.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, immunostimulant, *Bacillus polymyxa*, non specific immunity

Pendahuluan

Udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas unggulan dalam sektor perikanan budidaya yang permintaannya terus meningkat dan berkembang pesat. Berdasarkan data sementara statistik Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (DJPB) tahun 2015, produksi udang vannamei mencapai 17,6 juta ton. Dalam memenuhi permintaan pasar akan

udang vannamei memberikan dampak yang positif terhadap perkembangan sistem budidaya udang putih dari sistem tradisional sampai sistem intensif. Semakin berkembang sistem budidaya maka padat tebar yang digunakan semakin meningkat. Hal tersebut dapat berpotensi menyebabkan berkembangnya penyakit.

Sistem imunitas pada udang masih sangat primitif dan tidak memiliki sel memori, tidak sama

¹ E-mail: berta.putri@fp.unila.ac.id

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

halnya dengan hewan vertebrata lainnya yang sudah mempunyai antibodi spesifik dan komplemen. Sistem imunitas pada udang tidak mempunyai immunoglobulin yang berperan dalam mekanisme kekebalan, udang hanya mempunyai sistem kekebalan alami. Udang mempunyai daya tahan alami yang bersifat non spesifik terhadap organisme patogen berupa pertahanan fisik (mekanik), kimia, seluler dan humoral. Daya tahan alami ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, sehingga terdapat tingkatan yang berbeda-beda bergantung strain, lingkungan pemeliharaan, spesies maupun famili (Ridlo & Pramesti, 2009).

Sistem imun udang bergantung pada sistem pertahanan non spesifik sebagai pertahanan terhadap infeksi (Lee & Shiau, 2004). Pertahanan pertama terhadap penyakit pada udang dilakukan oleh hemosit melalui fagositosis, enkapsulasi dan nodule formation (Ridlo & Pramesti, 2009). Hemosit merupakan faktor yang sangat penting dalam sistem pertahanan seluler yang bersifat non spesifik. Infeksi yang sering terjadi adalah infeksi bakterial (Kharisma & Abdul, 2012). Selama ini, penanggulangan penyakit infeksi bakteri pada udang masih banyak menitikberatkan kepada upaya pengobatan setelah infeksi menyerang.

Upaya-upaya pencegahan yang cukup efektif untuk meningkatkan imunitas udang belum menjadi prioritas utama. Peningkatan pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit tidak hanya dapat dilakukan dengan pemberian pakan dengan komposisi nutrisi yang seimbang, melainkan dapat juga disertai

pemberian imunostimulan (bakteri dan produk bakteri, yeast, kompleks karbohidrat, faktor nutrisi, ekstrak hewan, ekstrak tumbuhan, dan obat-obatan sintetik) dalam pakan.

Imunostimulan berhubungan langsung dengan sel sistem imun yang membuat sel tersebut lebih aktif (Irianto, 2005). Saat ini, penggunaan imunostimulan semakin mendapat perhatian untuk dikembangkan sebagai metode kontrol penyakit dalam budidaya udang. Beberapa fakta menunjukkan bahwa imunostimulan yang ditambahkan dalam pakan dapat meningkatkan resistensi ikan dan udang terhadap infeksi penyakit melalui peningkatan respon imun non spesifik (Pais *et al.*, 2008).

Pemanfaatan beberapa bakteri dari tambak, air laut dan tubuh organisme sebagai probiotik yang berfungsi sebagai imunostimulan menunjukkan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan kesehatan ikan dan udang. Probiotik dapat menguntungkan dan dapat berperan secara baik berdasarkan mekanisme aksi pro-biotik yaitu produksi senyawa inhibitor, kompetisi terhadap senyawa kimia atau sumber energi, kompetisi terhadap tempat pelekatan, peningkatan sistem imun, perbaikan kualitas air dan interaksi dengan fitoplankton (Verschure *et al.*, 2000). Beberapa bakteri yang telah berhasil digunakan sebagai probiotik antara lain *Vibrio agliniticus* (Gullian & Rodríguez, 2004), *Bacillus spp.* (Moriarty, 1998) dan *Thalassobacter utilis* (Maeda & Liao, 1992). Bakteri-bakteri tersebut bekerja dan berkompetisi dengan bakteri patogen pada udang.

Salah satu bakteri yang dapat menjadi imunostimulan adalah bakteri *Bacillus polymyxa* yang telah diketahui mampu memproduksi zat polimiksin sebagai antibiotik (Shaheen et al., 2011). Bakteri tersebut tidak bersifat patogen dan berpotensi untuk dikembangkan menjadi probiotik pada sistem budidaya udang. Hasil penelitian Ravi et al. (2007) menyebutkan bahwa probiotik dari jenis *Paenibacillus* spp., *Bacillus cereus* dan *Paenibacillus polymyxa* yang diaplikasikan lewat air dapat menghambat pertumbuhan *Vibrio* pada larva udang windu (*Penaeus monodon*). Hasil penelitian Fajri (2017) menyebutkan bahwa perlakuan kombinasi bakteri *Bacillus polymyxa* dan *Bacillus coagulans* yang diaplikasikan lewat air dapat meningkatkan sintasan rata-rata sebesar 72% dibandingkan tanpa perlakuan sebesar 65%. Penelitian mengenai aplikasi probiotik bakteri *Bacillus polymyxa* yang dicampur pakan terhadap imunitas non spesifik udang vannamei belum banyak dilakukan, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pemberian bakteri *Bacillus polymyxa* terhadap imunitas non spesifik udang vannamei.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei - Juni 2017, bertempat di Laboratorium Perikanan dan Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi wadah pemeliharaan berupa akurium

50x40x40 cm³, instalasi aerasi, pH meter, DO meter, mikropipet, spektrofotometer, timbangan digital, tabung reaksi, labu erlenmeyer, labu ukur, jarum inokulan, bunsen, spuit 26G, kaca preparat, cover glass, mikrotube, yellow tip, mikropipet, aluminium foil, sprayer, hand tally counter, laminary airflow, hot plate stirrer, autoklaf, inkubator, haemocytometer dan waring. Sedangkan udang uji yang digunakan yaitu udang yang berbobot 10-12 gram, pakan komersil, air laut steril, akuades, Na sitrat 10%, alkohol 70%, PBS, NaCl 0,85%, safranin 10%, bakteri *Staphylococcus aureus*, pewarna giemsa, molase, urea, media TSB, dan isolat bakteri *Bacillus polymyxa*.

Bakteri uji dipersiapkan dengan meng-kultur kembali bakteri *Bacillus polymyxa* pada media agar miring TSA (*Tryptone Soy Agar*) 70 % air laut. Selanjutnya bakteri dikultur pada media cair TSB (*Tryptone Soy Broth*) 70 % air laut untuk disimpan hingga waktu penggunaan. Bakteri dikultur pada media hingga mencapai kepadatan antara 10⁵ - 10⁹ sel/ml.

Hasil biakan bakteri dalam media TSB kemudian dikultur secara massal ke dalam 1 liter media yang terdiri dari campuran molase, urea dan akuades. Perhitungan kepadatan bakteri dilakukan dengan menggunakan metode *turbiditymetri* dengan mengukur absorbansi media menggunakan spektrofotometer (panjang gelombang 625 nm) dan menghitung kepadatan menggunakan persamaan McFarland (Volk & Wheeler, 1993) :

$$Y = aX + b$$

Keterangan:

Y = Kepadatan (sel/ml)

a = $2,62 \times 10^9$

X = Nilai absorbansi

b = $6,39 \times 10^7$

Pakan udang *vannamei* yang digunakan adalah pakan komersil dengan kandungan protein 30%, kemudian pakan disemprotkan bakteri *Bacillus polymyxa* sesuai dosis perlakuan, selanjutnya pakan dikering anginkan selama 5–15 menit, setelah itu pakan diberikan pada udang *vannamei* dengan metode *ad satiation*. Wadah untuk pemeliharaan adalah akuarium berukuran 50x40x40cm sebanyak 12 buah. Akuarium diisi air laut sebanyak 50 liter dengan salinitas 30 ppt dan diaerasi selama 24 jam. Setelah itu udang uji dimasukkan sebanyak 10 ekor/akuarium.

Pengambilan sampel *haemolymph* dilakukan pada hari ke-0, ke-5, ke-10, dan ke-15. Sampel diambil dari 4 ekor udang per perlakuan secara acak sebanyak 0,1 ml dari setiap sampel udang. Pengambilan sampel *haemolymph* dilakukan berdasarkan prosedur yang

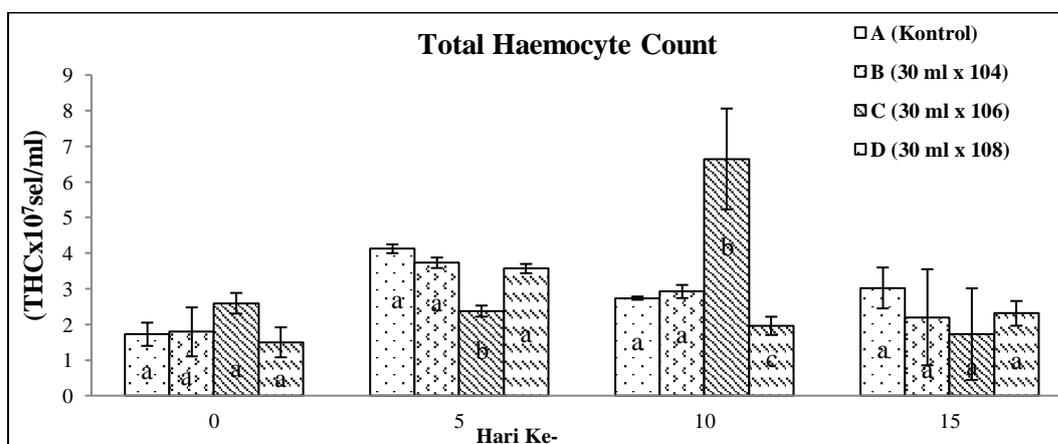
dikemukakan oleh Liu & Chen (2004). Secara singkat, sekitar 0,1 ml *haemolymph* diambil dari ventral sinus pada pangkal ruas tubuh pertama dengan menggunakan alat suntik 1 ml yang sebelumnya dibilas antikoagulan (Na Sitrat 10%). Kemudian *haemolymph* dimasukkan ke dalam mikrotube dan disimpan dalam *cool box*. *Haemolymph* tersebut akan didistribusikan untuk uji THC sebanyak 10 μ l, AF sebanyak 20 μ l dan DHC sebanyak 10 μ l.

Data hasil pengamatan meliputi *Total Haemocyte Count* (THC) dan aktifitas fagositosis (AF) dianalisis dengan uji normalitas dan homogenitas, kemudian dilakukan uji ANOVA. Jika hasil uji berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut BNT pada selang kepercayaan 95%. Parameter *Differential Haemocyte Count* (DHC) dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Total Haemocyte Count (THC)

Hasil perhitungan THC dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil perhitungan THC

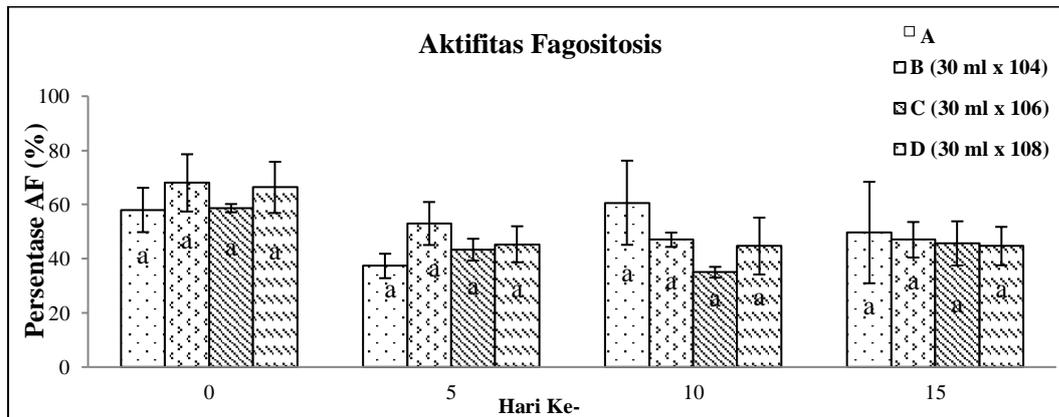
Gambar 1 menunjukkan bahwa THC terendah ditemukan pada hari ke-0 perlakuan D yaitu udang yang tidak diberi pakan buatan dengan campuran probiotik *Bacillus polymyxa*. Sedangkan THC tertinggi ditemukan pada hari ke-10 perlakuan C yang menunjukkan hasil berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P < 0,05$). Hasil analisis menunjukkan bahwa pada hari ke-0 sampai hari ke-5 perlakuan A, B dan D memberikan pengaruh yang sama ($P > 0,05$) terhadap jumlah hemosit udang vannamei, tetapi menunjukkan adanya peningkatan THC. Pada hari ke-10 perlakuan A dan B juga menunjukkan pengaruh yang sama ($P > 0,05$) terhadap jumlah sel hemosit udang vannamei begitu juga pada hari ke-15 pada semua perlakuan. Hal ini diduga selama penelitian terjadi infeksi pada saat pengambilan hemolim pada udang. Adanya infeksi tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan sel granular pada bagian tubuh udang yang terkena infeksi. Hal ini akan menyebabkan adanya perubahan THC pada udang (Van De Braak, 2002). Kemudian pendapat dari Anderson & Siwicki (1995) pada saat terjadi infeksi sel darah akan bermigrasi ke daerah yang terinfeksi tersebut, hal ini menyebabkan pada saat pengambilan darah pada organ sirkulasi akan menyebabkan terjadinya penurunan THC. Hal tersebut sesuai dengan pendapat dari Van de Braak (2002) yang mengatakan bahwa terjadi penurunan THC dan DHC pada sirkulasi darah udang jika terjadi infeksi, karena sel haemosit bermigrasi ke daerah di sekitar infeksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bakteri *B. polymyxa* mampu meningkatkan respon imun udang vannamei. Hasil penelitian juga menunjukkan nilai THC yang berbeda nyata pada hari ke-5 perlakuan C, dan pada hari ke-10 perlakuan C dan D ($P < 0,05$). Data THC pada Gambar 1. menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah THC pada hari ke-10 perlakuan C. Terjadinya peningkatan THC disebabkan karena molekul lectin yang merupakan bagian pertahanan imun udang yang berfungsi untuk melakukan pengenalan terhadap benda asing (*non self recognition*) yang masuk kedalam tubuh udang (Rodriguez & Le Moullac, 2000). Sedangkan menurut Lopez *et al.* (2003), hemosit akan meningkat pada udang yang diberi pakan yang mengandung imuno-stimulan.

Menurut Chang *et al.* (1999) jumlah THC normal pada udang penaeid berkisar antara $2 \times 10^7 - 4 \times 10^7$ sel/ml. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang didapatkan dengan nilai THC $1,4 \times 10^7 - 6,6 \times 10^7$ sel/ml. Kisaran nilai THC pada penelitian ini masih dalam kisaran THC normal udang vannamei. Hal ini menunjukkan bahwa pakan yang diberikan probiotik *B. polymyxa* mampu mempertahankan total hemosit pada kisaran normal, yang berarti udang dalam kondisi sehat dan tidak stres.

Aktifitas Fagositosis

Hasil rata-rata pengamatan aktifitas fagositosis pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil perhitungan persentase aktifitas fagositosis

Untuk mengetahui bahwa hemosit merupakan pertahanan tubuh yang bersifat seluler dapat dilihat dari kemampuannya dalam aktivitas fagositosis yang dapat meningkat pada saat terjadi infeksi. Pemberian bakteri *B. polymyxa* sebagai probiotik pada penelitian ini menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada tiap perlakuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa aktivitas fagositosis mengalami penurunan pada hari ke-5 sampai dengan hari ke-15. Peningkatan terjadi pada perlakuan A hari ke-10 dan perlakuan C pada hari ke-15. Peningkatan aktivitas fagositosis dari hemosit merupakan indikator meningkatnya pertahanan imun pada udang *vannamei*, masuknya benda asing dalam tubuh inang akan direspon dengan terjadinya proses fagositosis. Fagositosis merupakan mekanisme pertahanan non spesifik yang secara umum mampu melindungi dari serangan patogen (Syahailatua, 2009). Hasil rata-rata pengamatan aktivitas fagositosis pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua perlakuan memberikan pengaruh yang sama ($P > 0,05$)

terhadap aktivitas fagositosis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian probiotik *B. polymyxa* dengan dosis yang berbeda pada pakan memberikan pengaruh yang sama terhadap aktivitas fagositosis atau kemampuan sel respon imun non spesifik pada udang *vannamei* dalam memfagosit agen patogen. Hal tersebut juga didukung oleh pendapat Quinn *et al.* (2012) bahwa bakteri *B. polymyxa* hanya mampu memfagosit biofilm dari sel bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 10-25%. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri penghasil koagulasi yang diasosiasikan dengan patogenitas karena penggumpalan serat-serat benang yang tidak larut dalam plasma darah (fibrin), yang mengakibatkan enzim ini terakumulasi di sekitar bakteri sehingga agen pelindung inang kesulitan mencapai bakteri dan fagositosis terhambat (Madigan *et al.*, 2008).

Differential Haemocyte Count (DHC)

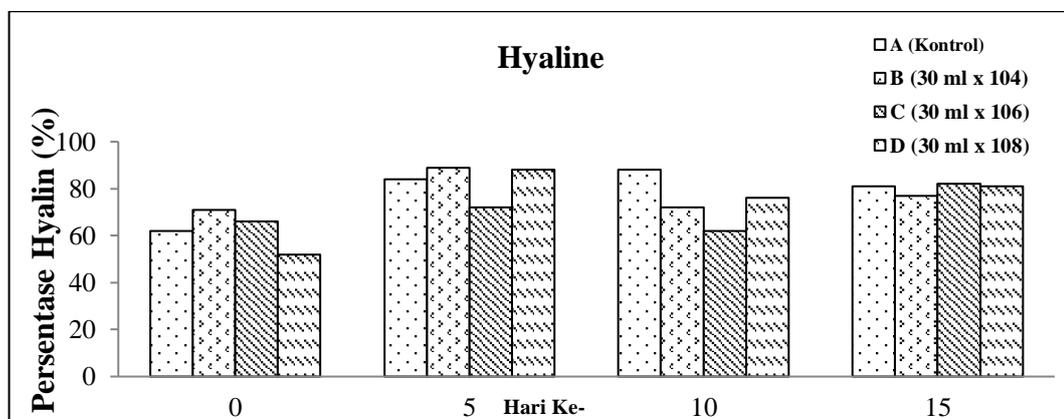
Hyalin

Pada hasil pengamatan sel hyalin pada udang *vannamei* memiliki inti sel yang lebih besar dibandingkan sitoplasmanya dan memiliki granu-

granul yang sangat sedikit bahkan tidak terdapat granul, serta bentuknya tidak beraturan. Hal ini sesuai dengan pendapat Syahailatua (2009) bahwa sel hyalin mempunyai bentuk yang tidak beraturan yang memiliki inti yang lebih besar dari sitoplasma dengan ukuran 6-13 μm . Sel hyalin pada udang vannamei dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sel hyalin (Perbesaran 40x)



Gambar 4. Persentase jumlah sel hyalin

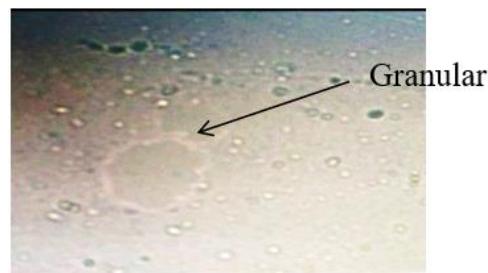
Gambar 4 menunjukkan bahwa persentase sel hyalin berada dalam kisaran 52%-89%. Sel hyalin tertinggi terdapat pada perlakuan B pada hari ke-5 sebesar 89% (Gambar 4). Menurut Owens & O'Neill (1997) persentase hyalin pada udang yang normal terdiri dari 60%-93% dari total hemosit. Hal ini menunjukkan bahwa sel hyalin pada udang uji masih dalam kondisi normal. Meningkatnya jumlah sel hyalin sesuai dengan pendapat Hauton (2012) bahwa sel hyalin juga berperan dalam fagositosis. Penurunan persentase sel-sel hyalin bukan merupakan pengaruh negatif dari pemberian probiotik *Bacillus polymyxa* tetapi merupakan implikasi dari peningkatan sel-sel granular.

Mekanisme pertahanan tubuh pada udang tidak seperti pada ikan dan mamalia yang mempunyai imunoglobulin. Imunoglobulin pada udang digantikan oleh *Prophenoloxidase Activating Enzim* (PPA) (Soderhall & Cerenius, 1992). PPA adalah protein yang berlokasi di sel granular hemosit.

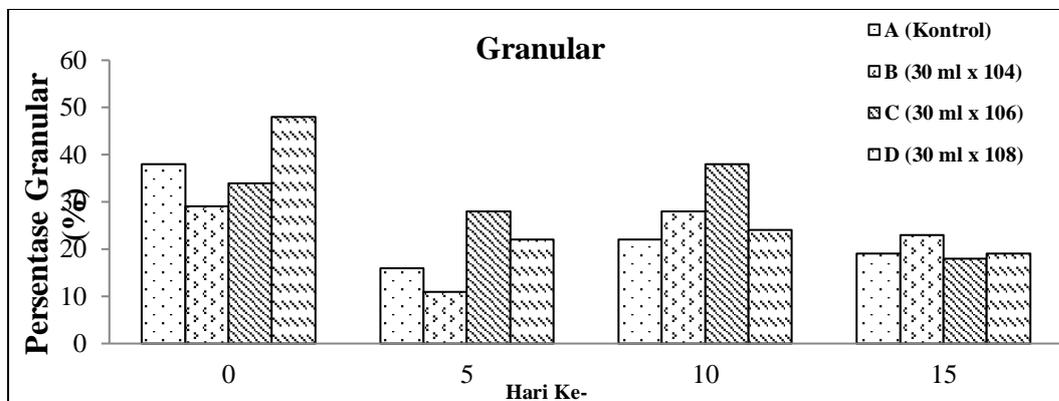
Dalam penelitian ini PPA tersebut diaktifkan oleh imunostimulan yang masuk ke dalam tubuh udang, yang akan merangsang prophenoloksidase menjadi phenoloksidase. Sebagai akibat dari perubahan ini akan dihasilkan protein *Opsonin Factor* yang dapat menginduksi sel-sel hyalin untuk meningkatkan aktivitasnya (Soderhall & Cerenius, 1992).

Granular

Pada hasil pengamatan sel granular pada udang vannamei memiliki bentuk yang bulat dan inti sel yang lebih kecil dibandingkan sitoplasmanya serta memiliki granular-granul. Hal ini sesuai dengan pendapat Syahailatua (2009) bahwa bentuk sel granular bulat dengan inti lebih kecil dari sitoplasma yang berisi butiran halus dengan ukuran 10-20 μm .



Gambar 5. Sel granular (Perbesaran 40x)



Gambar 6. Persentase jumlah sel granular

Hasil menunjukkan bahwa persentase sel granular berada dalam kisaran 11%-48%. Sel granular tertinggi terdapat pada perlakuan A hari ke-0 sebesar 48% (Gambar 6). Menurut Owens & O'Neill (1997) persentase granular pada udang yang normal terdiri dari 17%- 40% dari total hemosit. Hal ini menunjukkan bahwa sel granular pada udang uji masih dalam kondisi normal. Terjadinya peningkatan dari sel granular disebabkan karena imunostimulan yang masuk ke dalam tubuh udang dapat menginduksi mekanisme pertahanan tubuh udang. Van de Braak (2002) menyatakan bahwa bahwa sel hemosit akan melakukan degranulasi, dan beberapa protein akan dilepas untuk

kepentingan respon imun, seperti: meningkatnya sel haemosit, dan meningkatnya aktifitas penjeratan dan fagositosis. Imunostimulan yang masuk ke dalam tubuh udang akan merangsang haemosit untuk melepaskan proPO dan protein-binding enzim PPA. Hal tersebut mengakibatkan sel hemosit meningkatkan aktifitasnya sebagai sel pertahanan tubuh.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian meliputi temperatur (suhu), oksigen terlarut (DO), pH dan salinitas. Pengukuran dilakukan pada awal, tengah dan akhir masa pemeliharaan. Kisaran

nilai kualitas air selama pemeliharaan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kisaran Kualitas Air Media Pemeliharaan Udang Vannamei Pada Berbagai Perlakuan

Parameter	Kualitas Air Selama Pemeliharaan	Kisaran Optimum (SNL, 2006)
Suhu °C	27,2-28,1	20,5-31,5
DO (ppm)	3,70-3,91	>3,5
pH	7,47-8,12	7,5-8,5
Salinitas (ppt)	30-35	15-25

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa salinitas yang didapat berkisar antara 30-35 ppt. Salinitas ini masih dianggap cukup baik pada pemeliharaan udang vannamei. Pada penelitian Sahrijanna & Sahabuddin (2014) yang menggunakan probiotik pada pemeliharaan udang vannamei didapatkan hasil rata-rata kualitas air menggunakan probiotik yakni suhu 26,79°C, oksigen 3,55 mg/L, pH 7,80 dan salinitas 34,12 ppt. McGraw & Scarpa (2002) mengemukakan bahwa udang vannamei dapat hidup pada kisaran salinitas 0,5-45 ppt. Kualitas air media pemeliharaan selama penelitian berada pada kisaran yang ideal untuk pemeliharaan udang vannamei, sehingga diasumsikan perubahan respon imun yang meliputi parameter uji *total haemocyte count* (THC), aktivitas fagositosis (AF) dan *differential haemocyte count* (DHC) pada perlakuan bukan diakibatkan oleh kualitas air media pemeliharaan.

Kesimpulan dan Saran

Pemberian bakteri *Bacillus polymyxa* dalam pakan udang vannamei efektif untuk meningkatkan

Total Haemocyte Count (THC) udang vannamei.

Daftar Pustaka

- Anderson, D.P & Siwicki, A.K. 1995. *Basic haematology and serology for fish health program*. In: *Diseases in Asian aquaculture II*. M. Shariff, J. R. Arthur and R. P. Subasinghe (Eds). Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, 185-202 hal.
- Chang, C.F. Su, M.S. & Chen, H.Y. 1999. A rapid method to quantity total haemocyte count of *penaeus monodon* using ATP analysing. *Fish Pathology*, 34: 211-212.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (DJPB). 2015. Data produksi perikanan 2015. Statistik DJPB. 11 Februari 2015.
- Fajri, N.M. 2017. *Kajian efektivitas bakteri Bacillus coagulans dan Bacillus polymyxa terhadap pertumbuhan dan sintasan udang putih (Litopenaeus vannamei) yang dipelihara pada salinitas rendah*. (Skripsi). Universitas Lampung, Lampung.
- Gullian, M.F. Thompson & Rodríguez, J. 2004. Selection of Probiotic bacteria and study of their immunostimulatory effect in *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 233: 1-14.
- Hauton, C. 2012. The scope of the crustacean immune system for disease control. *Journal Invertebrata Pathology*, 110: 251-260.
- Irianto, A. 2005. *Patologi Ikan Teleostei*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kharisma, A & Abdul, M. 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.
- Lee, M.H. & Shiau, S.Y. 2004. Vitamin E Requirements of Juvenile Grass Shrimp, *Penaeus monodon* and Effects on Nonspecific Immune Responses, *Fish & Shellfish Immunology*, 16: 475-485.
- Liu, C.H. & Chen, J.C. 2004. Effect of ammonia on the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus*. *Fish & Shellfish Immunology*. 16: 321–334.
- Lopez, N. Cuzon, G. Gaxiola, G. Taboada, G. Valenzuela, M. Pascual, C. Sánchez, A. & Rosas, C. 2003. Physiological, nutritional, and immunological role of dietary β -1,3-glucan and ascorbic acid 2-monophosphate in *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Aquaculture*, 224: 223-243.
- Madigan, M.T. Martinko, J.M. Dunlap, P.V. & Clark, D.P. 2008. *Biology of Microorganisms 12th edition*. San Francisco: Pearson.
- Maeda, M. & Liao, I.C. 1992. Effect of bacterial population on the growth of a prawn larva, *Penaeus monodon*. *Bulletin of National Research Institute of Aquaculture*, 21: 25-29.
- McGraw, W.J. & Scarpa, J. 2002. Determining ion concentration for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. *Global Aquaculture Advocate*, 5: 36-37.
- Moriarty, D.J. 1998. Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. *Aquaculture*, 164: 351-358.
- Owens, L. & O'Neill, A. 1997. Use of Clinical Cell Flow Cytometry for Differential Counts of Prawn (*Penaeus monodon*) Haemocytes. *Diseases of Aquatic Organisms*, 31: 147-153.
- Pais, R. Khushiramani, R. & Karunasagar, I. 2008. Effect of immunostimulants on hemolymph haemagglutinins of tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture Research*, 38: 1339-1345.
- Quinn, G.A. Maloy, A.P. McClean, S. Carney, B.S. & Slater, J.W. 2012. Lipopeptide Biosurfactants from *Paenibacillus polymyxa* Inhibit Single and Mixed Species Biofilms. *Biofouling*, 28(10): 1151–66.
- Ravi, A.V. Musthafa, K.S. Jegathambal, G. Kathiresan, K. & Pandian, S.K. 2007. Screening and evaluation of probiotics as a biocontrol agent against pathogenic *Vibrios* in marine aquaculture. *Applied Microbiology*, 45: 219-22.
- Ridlo, A. & Pramesti, R. 2009. Aplikasi Ekstrak Rumput Laut sebagai Agen Immunostimulan Sistem Pertahanan Non Spesifik pada Udang *Vannamei* (*Litopennaeus vannamei*). *Ilmu Kelautan*, 14(3): 133-137.
- Rodriguez, J. & Le Moullac, G. 2000. *State of The Art of Immunological Tools and Health Control of Penaeid (Penaeus monodon)*. PhD Thesis, Wageningen University. Netherland.
- Sahrijanna, A. & Sahabuddin. 2014. Kajian Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Sistem

- Pergiliran Pakan Di Tambak Intensif . Balai Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya Air Payau. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Sulawesi Selatan.
- Shaheen, M. Li, J. Ross, A.C. Vederas, J.C. & Jensen, S.E. 2011. *Paenibacillus polymyxa* PKB1 Produces Variants of *Polymyxin* B-type Antibiotics. *Chemistry & Biology*, 18(12): 1640–1648.
- SNI, 2006. *Produksi udang vannamei (Litopenaeus vannamei) ditambak dengan teknologi intensif*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional : SNI-01-7246-2006.
- Soderhall, K. & L. Cerenius. 1992. Crustacean immunity. *Annual Review of Fish Disease*, 2: 3-23.
- Syahailatua, D.Y. 2009. Seleksi Bakteri Probiotik sebagai Stimulator Sistem Imun pada Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). (Tesis). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 58 hal.
- Van de Braak, K. 2002. *Hemocytic Defence in Black Tiger Shrimp (Penaeus monodon)*. *Disertasi*, Wageningen University, Wageningen Institute of Animal Source Science, Wageningen, Netherlands.
- Verschure, L. Rombaut, G. Sorgeloos, P. & Verstraete, W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64(4): 655-671.
- Volk, & Wheeler. 1993. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Erlangga. Jakarta.

STUDI TENTANG PENGGUNAAN PAKAN KOMERSIL YANG DICAMPUR DENGAN BAKTERI *Bacillus coagulans* TERHADAP PERFORMA *Litopenaeus vannamei*

Ratna Suri *¹, Berta Putri, dan Oktora Susanti*²

ABSTRACT

In vaname shrimp cultivation, one of the problem that often arise is the high production costs in provision of feed. The use of probiotics is a viable alternative to reduce production costs. The probiotic that used in this research was Bacillus coagulans bacteria. This research was aimed to know the effect of the use of Bacillus coagulans bacteria in feed on weight growth, length growth, survival rate, feed conversion ratio, and water quality in cultivation on vaname shrimp. Post larvae 10 vaname shrimp as much as 25 pcs were placed in each aquariums with volume 50x40x40 cm for 30 days. The probiotics with dosage of treatment 30 ml/kg; 50 ml/kg; 70 ml/kg were combined in commercial feed with the protein content 32%. The shrimp feeding method that used in this research was blind feeding with 4 times feeding a day. The result showed that the best treatment was 70 ml/kg feed giving the significant effect on weight growth, length growth, and feed conversion ratio. The treatments didn't effect on SR however. The water quality such as DO, temperature, salinity, and was TAN still in the optimum value.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, *Bacillus coagulans*, Probiotics, Performance, Blind feeding

Pendahuluan

Permasalahan yang sering terjadi dalam budidaya udang vaname adalah kegagalan pada fase pemeliharaan *post larva* 10 – 15. Pada fase tersebut, udang mulai ditebar ke dalam tambak budidaya, sedangkan kemampuan untuk bertahan dan beradaptasi dengan lingkungan baru masih sangat rendah (Haliman dan Adijaya, 2005). Penurunan daya dukung tambak merupakan permasalahan yang juga mengakibatkan hasil budidaya

menurun. Degradasi kualitas air tambak dapat memicu rekonstruksi pada bakteri patogen. Intensitas bakteri patogen yang semakin tinggi berpotensi sebagai penyebab rendahnya *survival rate*.

Pertumbuhan dan *survival rate* merupakan parameter utama keberhasilan suatu budidaya. Salah satu faktor penentu laju pertumbuhan dan *survival rate* dalam budidaya adalah pakan. Secara fisiologis, pakan yang dikonsumsi udang akan diproses dalam tubuh, kemudian unsur nutrisi

¹ E-mail: ratna.suri.18@gmail.com

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

dalam pakan tersebut akan diserap dan dimanfaatkan untuk membangun jaringan dan daging (Mun *et al.*, 2007). Komponen utama nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan *survival rate* dalam suatu budidaya adalah protein.

Pakan yang berkualitas adalah pakan yang mengandung nutrisi penting dalam jumlah yang cukup, salah satunya protein. Dalam upaya penyediaan pakan yang berkualitas, para pembudidaya dihadapkan dengan permasalahan mahal harga pakan. Kondisi tersebut memicu tingginya biaya produksi. Oleh karena itu, untuk menekan biaya produksi pakan diperlukan alternatif lain yang mudah diperoleh, harganya murah dan kebutuhan nutrisi pada udang tetap terpenuhi. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah penggunaan probiotik

Secara umum, aplikasi probiotik mampu meningkatkan kualitas pakan atau nilai nutrisi, meningkatkan ketahanan inang terhadap penyakit atau memperbaiki kualitas air. Menurut Halver (2002), selain dapat meningkatkan protein, penambahan probiotik dalam pakan juga dapat menghasilkan vitamin dan nutrisi lain seperti lemak.

Probiotik merupakan mikroba hidup yang memberikan keuntungan terhadap inang dengan cara memodifikasi komunitas mikroba tersebut (Verschuere *et al.*, 2000). Probiotik berfungsi sebagai imunostimulan, pemacu pertumbuhan, dan penyeimbang mikroorganisme dalam pencernaan (Khasani, 2007). Menurut Nengsih (2015) dalam kegiatan budidaya udang vaname peran probiotik juga sangat menguntungkan yaitu dapat

memperbaiki kualitas air, meningkatkan laju pertumbuhan, dan *survival rate* selama pemeliharaan.

Bacillus coagulans merupakan bakteri *indigenous* dari tambak budidaya udang vaname. Menurut Endres *et al.* (2009), bakteri tersebut tidak bersifat patogen dan dapat digunakan untuk meningkatkan laju pertumbuhan udang. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh *Bacillus coagulans* terhadap performa dan *Feed Conversion Ratio* udang vaname.

Metode

Wadah yang digunakan pada pemeliharaan udang vaname berupa akuarium ukuran 50x40x40 cm sebanyak 12 buah dengan volume air 25 liter dan dilengkapi dengan aerasi. Udang vaname ukuran *post larva* 10 yang digunakan dalam penelitian sebanyak 300 ekor. Selama pemeliharaan, metode pemberian pakan yang digunakan adalah metode *Blind feeding* dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak 4 kali sehari yaitu pada pukul 06.00, 11.00, 16.00, dan 21.00. Pakan yang digunakan merupakan pakan komersial dengan kandungan protein 32%. Sebelum digunakan, pakan tersebut dicampur dengan bakteri probiotik *Bacillus coagulans* dengan kepadatan 10⁶ CFU/ml. Dosis probiotik yang digunakan pada penelitian adalah: A (0 ml/kg pakan), B (30 ml/kg pakan), C (50 ml/kg pakan), D (70 ml/kg pakan). Penelitian yang dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Parameter yang diamati selama penelitian adalah

pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan berat harian, laju pertumbuhan panjang harian, *Survival Rate*, *Feed Conversion Ratio*, dan kualitas air.

Pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati (pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan berat harian, laju pertumbuhan panjang harian, *Survival Rate*, dan *Feed Conversion Ratio*) diuji dengan menggunakan analisis sidik ragam (Anova) pada tingkat kepercayaan 95%. Kemudian jika ditemukan pengaruh maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perlakuan terbaik, sedangkan parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

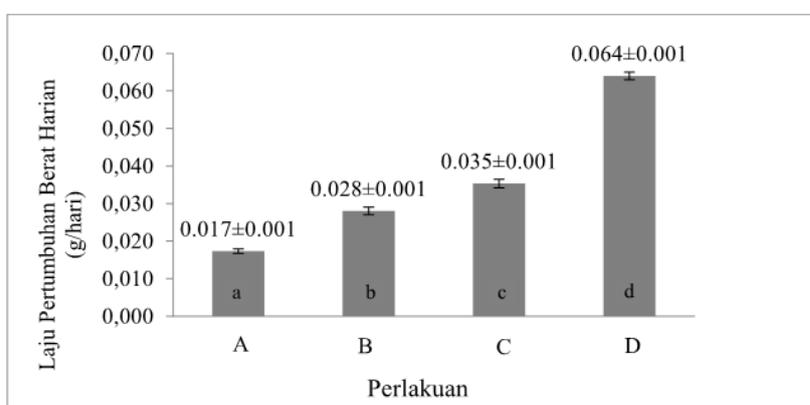
Pertumbuhan Berat Mutlak dan Laju Pertumbuhan Berat Harian

Pemberian probiotik *Bacillus coagulans* terhadap pertumbuhan berat udang vaname menunjukkan pengaruh antar perlakuan (Gambar 1). Nilai rerata terbaik pertumbuhan berat mutlak udang vaname selama

penelitian adalah pada perlakuan D yaitu sebesar 1,920 g dengan penggunaan *Bacillus coagulans* 70 ml/kg. Berat rerata yang dihasilkan pada tiap perlakuan berbeda. Hal tersebut terjadi karena perbedaan dosis probiotik yang digunakan.

Tingginya nilai rerata yang diperoleh diduga karena kebutuhan nutrisi udang tercukupi dan peran probiotik yang memberikan pengaruh baik pada pemeliharaan udang vaname. Pada umumnya probiotik memiliki kemampuan untuk menunjang pertumbuhan dan memperbaiki sistem pencernaan.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT nilai rerata pertumbuhan berat mutlak udang vaname selama pemeliharaan berbeda nyata antar perlakuan. Pengaruh probiotik dalam pertumbuhan berat udang selama pemeliharaan menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus coagulans* dapat digunakan sebagai sumber protein alternatif. Protein merupakan komponen nutrisi yang sangat dibutuhkan udang untuk menjalankan fungsi pertumbuhan, sehingga optimalnya kadar protein dan kelengkapan nutrisi lain dapat memberikan pertumbuhan yang maksimal dan ukuran yang seragam.

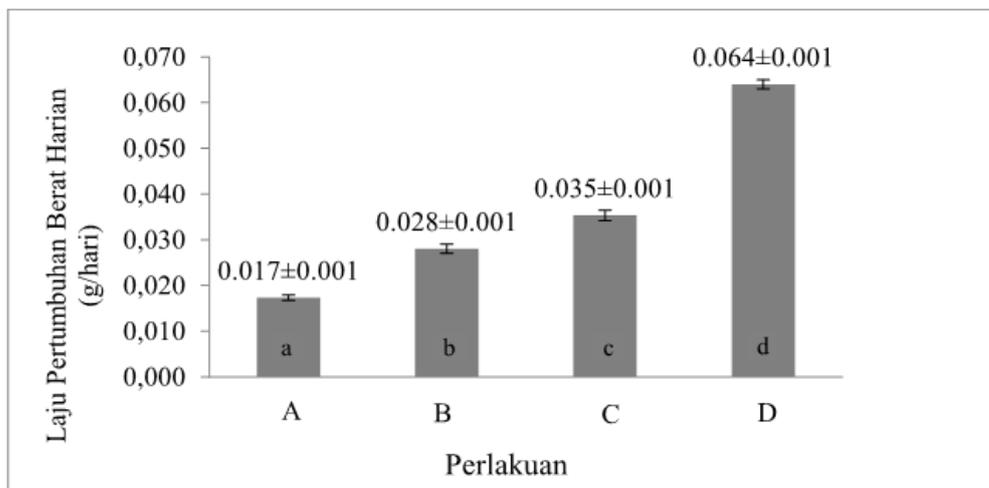


Gambar 1. Pertumbuhan Berat Mutlak Udang Vaname

Pada parameter laju pertumbuhan berat harian, nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus coagulans* memberikan pengaruh selama pemeliharaan.

Dosis terbaik *Bacillus coagulans* yang dapat digunakan sebagai probiotik adalah 70 ml/kg. Penambahan berat udang yang terjadi selama pemeliharaan sangat dipengaruhi oleh konsumsi pakan, karena konsumsi pakan menentukan jumlah nutrisi yang masuk ke dalam tubuh dan selanjutnya digunakan untuk pertumbuhan dan kebutuhan lainnya. Selain kualitas, kuantitas pakan juga merupakan hal yang perlu diperhatikan. Pemberian pakan dengan jumlah yang berlebih dapat mempengaruhi pertumbuhan udang melalui penurunan kualitas air yang terjadi akibat sisa pakan dalam wadah budidaya. Nuhman (2008) yang menyatakan bahwa dosis pakan merupakan faktor yang perlu diperhitungkan dalam pengelolaan pakan karena akan memegang peranan penting dalam efektivitas penggunaan pakan.

Upaya yang dilakukan untuk mencegah penggunaan pakan yang berlebih namun tetap tidak mengurangi kebutuhan nutrisi pada udang adalah dengan penggunaan probiotik. Aplikasi probiotik ditujukan untuk memperbaiki sistem pencernaan pada udang dan menjaga nutrisi pakan tetap baik. Probiotik yang digunakan pada penelitian yang dilakukan adalah bakteri *Bacillus coagulans*. Vecchi dan Drago (2006), menjelaskan bahwa bakteri jenis *Bacillus* merupakan bakteri yang mampu menumbuhkan spora sebagai bahan tambahan pakan yang menguntungkan. Pakan tambahan yang berasal dari spora bakteri *Bacillus* dapat mengurangi biaya untuk memenuhi kebutuhan pakan. Pada *Bacillus coagulans*, spora merupakan badan *ellipsoidal* yang terletak di salah satu kutub seluler dan dapat berkecambah jika terdapat HCl atau NaOH.



Gambar 2. Laju Pertumbuhan Berat Harian Udang Vaname

Nutrisi penting yang dibutuhkan oleh udang khususnya pada stadia larva adalah protein. Protein digunakan udang stadia larva untuk melakukan proses *moulting* sebagai indikasi pertumbuhan. Pakan dengan protein tinggi sangat diperlukan, karena pada proses *moulting* udang mengeluarkan 60% energi yang ada di dalam tubuhnya, sehingga protein tersebut dapat digunakan untuk mengembalikan energi dan memperbaiki jaringan sel-sel yang ada di dalam tubuh udang. Pemyataan tersebut didukung oleh Herawati dan Hutabarat (2015), yang menyatakan bahwa pada saat *moulting* larva udang vaname kehilangan sekitar 40 - 60% energi dalam tubuhnya, sehingga pakan yang dibutuhkan larva udang harus mengandung kadar protein yang tinggi. Protein tersebut berfungsi sebagai pengganti energi udang yang habis terpakai pada saat *moulting* sehingga udang dapat bertahan hidup dan melewati masa kritisnya. Tingginya keberhasilan larva udang vaname dalam melakukan proses *moulting* menentukan pertumbuhan dan *survival rate* pada suatu pemeliharaan.

Penggunaan probiotik *Bacillus coagulans* dapat meningkatkan nilai nutrisi pada pakan, menghasilkan vitamin, dan senyawa anti penyakit. Bakteri tersebut juga dapat digunakan untuk melancarkan pencernaan, dan menyediakan sel-sel baru pada jaringan (Baker, 1955). Keunggulan yang dimiliki oleh *Bacillus coagulans* tersebut yang membantu meningkatkan pertumbuhan pada udang vaname selama pemeliharaan. Peran dosis juga mempengaruhi hasil pemeliharaan, jika dosis yang

digunakan tepat maka hasil produksi akan maksimal.

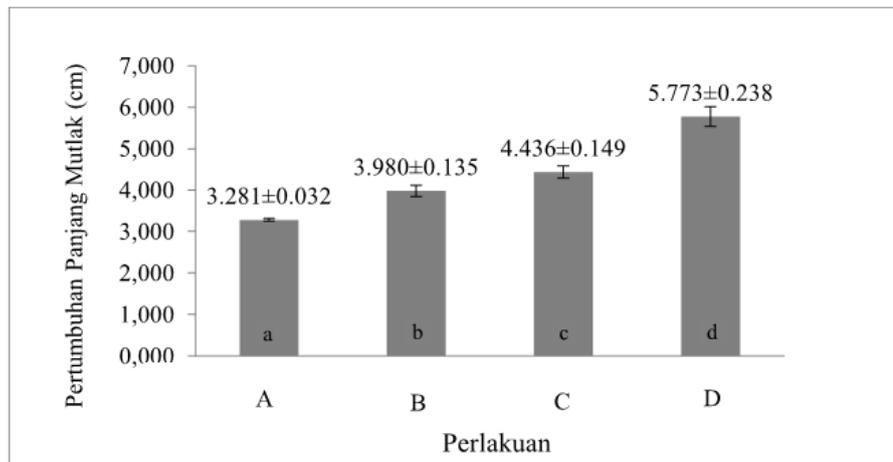
Pertumbuhan Panjang Mutlak dan Laju Pertumbuhan Panjang Harian

Hasil analisis data pertumbuhan panjang mutlak udang yang dibudidayakan menunjukkan bahwa *Bacillus coagulans* memberikan pengaruh dalam kegiatan budidaya. Dosis terbaik yang digunakan pada penelitian ini adalah 70 ml/kg.

Nilai rerata pertumbuhan panjang mutlak tertinggi yang diperoleh selama pemeliharaan adalah 5,773 cm atau pada perlakuan D. Pertambahan panjang udang terjadi pada semua perlakuan, namun pada perlakuan dengan dosis yang tepat memberikan hasil yang lebih tinggi. Pertumbuhan panjang mutlak udang vaname pada pemeliharaan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan grafik perbedaan pertumbuhan panjang pada udang diduga karena penggunaan dosis probiotik yang berbeda. Penggunaan probiotik dengan dosis yang lebih tinggi memberikan hasil lebih baik karena jumlah bakteri yang bekerja sebagai sumber pakan tambahan lebih banyak.

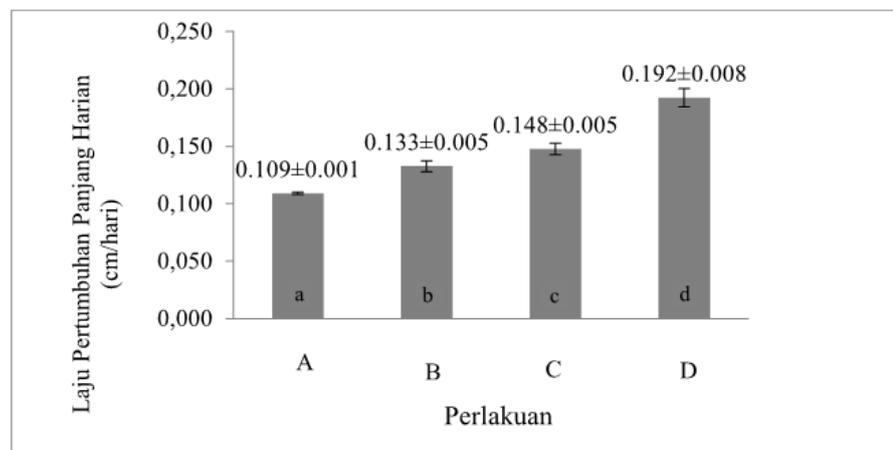
Menurut Ridlo (2013), bakteri jenis *Bacillus* dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen kemudian masuk kedalam jalur metabolisme udang dan digunakan sebagai sumber energi maupun prekursor senyawa biomolekul. Bakteri *Bacillus* mampu menghambat patogen dan menginduksi proliferasi mikrobiota yang ada di dalam saluran pencernaan, sehingga dapat memberikan efek yang positif untuk pencernaan udang.



Gambar 3. Pertumbuhan Panjang Mutlak Udang Vaname

Pada parameter laju pertumbuhan panjang harian udang vaname menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus coagulans* memberikan pengaruh pada pertumbuhan panjang harian udang selama pemeliharaan. Nilai rerata tertinggi pada laju

pertumbuhan panjang harian adalah pada perlakuan D yaitu 0,192 cm/hari. Perbandingan laju pertumbuhan panjang harian udang selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Laju Pertumbuhan Panjang Harian Udang Vaname

Hasil terbaik pada parameter pertumbuhan panjang mutlak dan laju pertumbuhan panjang harian udang vaname ditunjukkan oleh perlakuan D dengan nilai sebesar 5,773 cm dan 0,192 cm/hari. Selanjutnya, nilai pertumbuhan panjang mutlak dan laju pertumbuhan panjang harian udang terendah terdapat pada data A dengan

nilai 3,281 cm dan 0,109 cm/hari. Data tersebut menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh dipengaruhi oleh perbedaan dosis yang digunakan.

Aplikasi probiotik digunakan untuk meningkatkan nilai nutrisi yang menunjang pertumbuhan panjang udang vaname. Probiotik yang digunakan merupakan bakteri

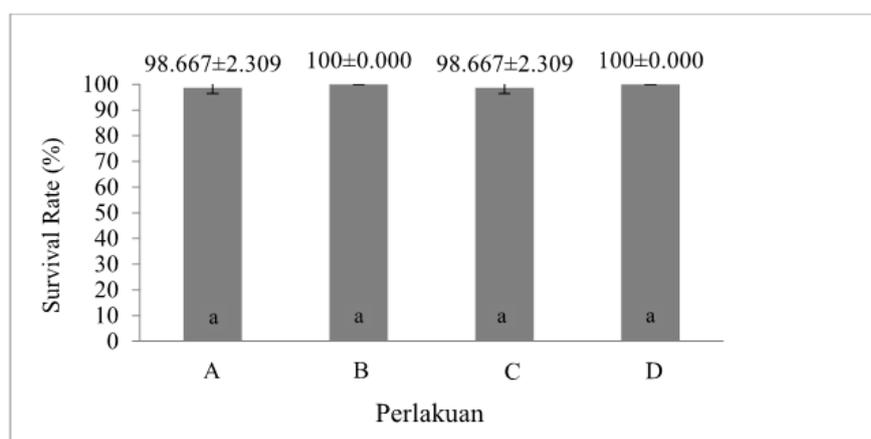
Bacillus coagulans. Bakteri tersebut jika dicampurkan pada pakan akan menghasilkan suatu zat atau vitamin yang dapat meningkatkan nafsu makan melalui sintesis vitamin B, membantu daya cerna, dan membantu menekan pertumbuhan bakteri patogen dalam saluran pencernaan (Gibson *et al.*, 1997). Hal tersebut menyebabkan pakan yang dikonsumsi lebih kompatibel dan meningkatkan pertumbuhan.

Survival Rate

Survival rate (SR) merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan

dalam kegiatan budidaya. Hasil analisis data *survival rate* udang vaname dengan menggunakan uji Anova pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antar perlakuan.

Nilai *survival rate* yang diperoleh pada penelitian cukup baik. Hal tersebut yang membuktikan bahwa penambahan probiotik *Bacillus coagulans* tidak memberikan dampak negatif pada SR udang selama pemeliharaan. SR rata-rata udang vaname pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.



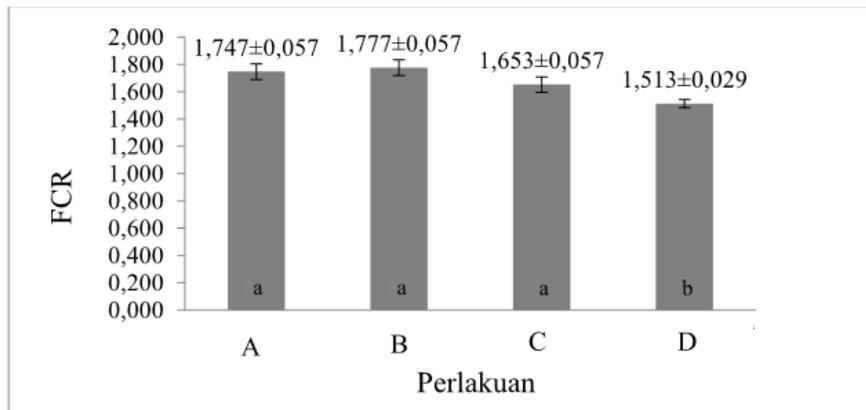
Gambar 5. Survival Rate Udang Vaname

Tingginya *survival rate* yang diperoleh selama pemeliharaan didukung juga oleh padat tebar yang rendah sehingga pakan yang diberikan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh udang untuk pertumbuhan yang lebih optimal, terlihat dari pertambahan berat rerata di akhir pemeliharaan, laju pertumbuhan udang selama pemeliharaan yang tinggi dan memberikan nilai *survival rate* yang optimal. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Yustianti *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa

faktor yang paling mempengaruhi kelangsungan hidup udang yaitu pengelolaan dalam pemberian pakan.

Feed Conversion Ratio

Feed Conversion Ratio adalah perbandingan antara pakan yang digunakan dengan biomassa udang yang dihasilkan, semakin kecil nilai FCR menunjukkan bahwa kondisi usaha yang dilakukan lebih baik. Diagram *Feed Conversion Ratio* udang vaname dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Feed Conversion Ratio* Udang Vaname

Hasil analisis data FCR dengan uji Anova pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa terdapat pengaruh probiotik *Bacillus coagulans* terhadap FCR udang vaname selama pemeliharaan. Pada uji lanjut BNT perlakuan D menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap perlakuan A, B, dan C, namun pada ketiga perlakuan tersebut (A, B, dan C) menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Penggunaan probiotik dengan dosis yang lebih rendah memberikan hasil yang kurang optimal. Hal tersebut disebabkan oleh sedikitnya jumlah bakteri yang bekerja sebagai penghasil spora (pakan tambahan) selama pemeliharaan. Akibatnya jumlah pakan yang digunakan antara perlakuan A, B, dan C tidak jauh berbeda.

Pada perlakuan D, selain spora yang dihasilkan lebih banyak, adanya peran bakteri heterotrof non patogen penghasil enzim ekstraseluler merupakan faktor diperolehnya nilai FCR yang rendah. Enzim

ekstraseluler tersebut dapat meningkatkan pencernaan bahan makanan dalam usus sehingga pakan mudah diserap oleh tubuh udang.

Rerata FCR terendah yang diperoleh selama penelitian yaitu pada pemberian pakan dengan tambahan probiotik 70 ml/kg sebesar 1,513 yang artinya untuk menghasilkan 1 kg biomassa dibutuhkan pakan sebanyak 1,513 kg pakan. Penambahan probiotik sebesar 70 ml/kg pakan menghasilkan nilai FCR terbaik. Hal tersebut menunjukkan bahwa pakan yang dikonsumsi udang untuk pertumbuhannya cukup efektif. Pada penelitian yang dilakukan oleh Arsad *et al.* (2017), FCR pada pemeliharaan udang vaname diperoleh sebesar 1,75.

Kualitas Air

Kualitas air sangat mendukung aktifitas dan hasil dari pemeliharaan udang vaname. Hasil pengamatan kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Air Pemeliharaan Udang Vaname

Variabel	Perlakuan				Nilai optimum
	A	B	C	D	
DO (ppm)	6,36 - 7,71	6,99 - 8,20	7,16 - 8,00	6,79 - 8,13	>4*
Suhu (°C)	28 - 30	28 - 30	28 - 31	28 - 32	23 - 32**
Salinitas (ppt)	30	30	30	30	10 - 35**
TAN (mg/l)	0,093-0,304	0,155-0,363	0,090-0,324	0,121-0,261	<1,22***

Sumber : *BMP (2014)
 **SNI (2006)
 ***Ferreira *et al.* (2011)

Dissolved oxygen (DO) merupakan jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesis dan absorbansi udara. Hasil pengukuran DO selama penelitian berkisar antara 6,36 – 8,2 ppm. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan SNI (2006) yang menyatakan bahwa nilai DO normal untuk pemeliharaan udang vaname adalah >3,5 ppm. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga jika ketersediannya di dalam air tidak memenuhi kebutuhan maka segala aktivitas biota akan terhambat.

Suhu pada penelitian yang dilakukan berkisar antara 28 – 32°C, sedangkan nilai normal suhu untuk pemeliharaan udang vaname adalah 23 – 32°C (SNI 01-7246-2006). Suhu berpengaruh langsung pada metabolisme udang, pada suhu tinggi metabolisme udang dipacu, sedangkan pada suhu yang lebih rendah proses metabolisme diperlambat. Bila keadaan seperti ini berlangsung lama, maka akan mengganggu kesehatan udang karena secara tidak langsung suhu air yang tinggi menyebabkan oksigen dalam air menguap, akibatnya larva udang akan kekurangan oksigen. Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme serta berpengaruh terhadap kehidupan

dan pertumbuhan biota air. Pada pemeliharaan yang dilakukan, suhu masih dalam kisaran optimal dan cukup baik bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname.

Kualitas air sangat menentukan pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname. Salinitas yang digunakan selama pemeliharaan adalah 30 ppt. Nilai salinitas yang digunakan masih dalam batas toleransi larva *Litopenaeus vannamei*. Xincai dan Yongquan (2001) menyatakan bahwa salinitas optimal untuk udang vannamei berkisar antara 5-35 ppt.

Salinitas pada media yang digunakan dapat mengalami kenaikan dan juga penurunan. Pada saat suhu udara naik dan terjadi penguapan air tambak maka kadar garam meningkat dan menyebabkan salinitas tinggi (Syafaat *et al.*, 2012). Hal tersebut dapat mempengaruhi hasil produksi. Langkah untuk mengatasi salinitas yang tinggi adalah dengan melakukan pengenceran. Sedangkan pada salinitas rendah dapat dilakukan penambahan input air laut dari tandon yang dialirkan melalui pipa paralon menggunakan pompa air.

TAN merupakan singkatan dari Total Amoniak Nitrogen. Pada pengamatan nilai absorbansi TAN,

nilai yang diperoleh berkisar antara 0,090–0,304 mg/l. Hal tersebut menyatakan bahwa nilai TAN masih dalam kisaran normal. Nilai TAN dinyatakan tinggi apabila mencapai nilai >1 mg/l (Syafaat *et al.*, 2012). Senyawa TAN merupakan bentuk keseluruhan dari ammonium (NH_4^+) dan amoniak (NH_3). Peningkatan TAN dapat menyebabkan kematian pada udang. Menurut Ferreira *et al.* (2011), konsentrasi maksimum TAN yang dapat diterima pada budidaya udang vaname adalah < 1.22 mg/l.

Kesimpulan dan Saran

Penggunaan *Bacillus coagulans* sebagai probiotik memberikan pengaruh pada pertumbuhan berat, pertumbuhan panjang dan FCR selama pemeliharaan udang vaname. Hasil terbaik pada ketiga parameter tersebut diperoleh pada perlakuan 70 ml/kg, sedangkan pada parameter *survival rate* tidak ditemukan pengaruh dari perlakuan tersebut. Pada pengukuran kualitas air nilai DO, suhu, salinitas dan TAN berada dalam kisaran nilai optimum.

Daftar Pustaka

- Arsad, S., A. Afandy, P.P. Atika, M.V. Betrina, K.S. Dhira, dan N.R. Buwono. 2017. Study kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 9(1): 1–14.
- Baker, H., S.H. Hutner, dan H. Sobotka. 1955. Estimation of Folk Acid with a Thermophilic *Bacillus*. *From Department of Chemistry, Mount Sinai Hospital, and Haskins Laboratories*: 210–212.
- Endres, J.R., A. Clewell, K.A. Jade, T. Farber, J. Hauswirth, dan A.G. Schauss. 2009. Safety Assessment of a Proprietary Preparation of a Novel Probiotic, *Bacillus coagulans*, as a Food Ingredient. *Journal Food and Chemical Toxicology* 47: 1231–1238.
- Ferreira, N.C., C. Bonetti, dan W.Q. Seiffert. 2011. Hydrological and Water Quality Indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture* 318: 425–433.
- Gibson, G.R., J.M. Savendra, dan S. Macfarlane. 1997. *Probiotics 2: Applications and Practical Aspects*. Edited by R. Fuller. Chapman dan Hall, France.
- Haliman, R.W. dan D. Adijaya, 2005. *Udang vannamei*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Halver, J.E. 2002. *Fish Nutrition*. Academic Press, Washington.
- Herawati., V.E. dan J. Hutabarat. 2015. Analisis Pertumbuhan, Kelulus hidupan, dan Produksi Biomassa Larva Udang Vaname Dengan Pemberian Pakan *Artemia sp.* Produk Lokal Yang Diperkaya *Chaetoceros calcitrans* dan *Skeletonema costatum*. *Pena Akuatika* 12(1): 1–9.
- Khasani, I. 2007. Aplikasi Probiotik Menuju Sistem Budidaya Perikanan Berkelanjutan. *Media Akuakultur* 2(2): 86–90.
- Mun, S.R., E.M. Brélan, X. Gary, D.R. Glavina, H. Dalin, D. Tice, L. Bruce, O. Goodwin, T. Chertkov, C. Brettin, C. Han, S. Detter, Pitluck, L.L. Miriam, P. Milind, O. Milind, H. Roberta, O.I. Roberta,

- dan K.T. Shanmugamet. 2011. Complete Genome Sequence of a thermotolerant sporogenic lactic acid bacterium, *Bacillus coagulans* strain 36D1. *Standards in Genomic Sciences* 5: 331–340.
- Nengsih, A.F. 2015. Pengaruh Aplikasi Probiotik Terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Udang *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Biosains* 1(1): 11–16.
- Nuhman. 2008. Pengaruh Prosentase Pakan terhadap Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Berkala Ilmiah Perikanan* 3(1): 35–39.
- Ridlo, A. dan Subagiyo. 2013. Pertumbuhan, Rasio Konversi Pakan dan Kelulushidupan Udang *Litopenaeus vannamei* yang Diberi Pakan dengan Suplementasi Prebiotik FOS (Fruktooligosakarida). *Buletin Oseanografi Marina* 2(4): 1–8.
- Syafaat, M.N., A. Mansyur, dan S. Tonnek. 2012. Dinamika Kualitas Air pada Budidaya Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) Semi-Intensif dengan Teknik Pergiliran Pakan. *Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* 1(1): 487–492.
- Vecchi, E.D. dan L. Drago. 2006. *Lactobacillus sporogens* or *Bacillus coagulans*: Misidentification or Mislabelling. *International Journal of Probiotics and Prebiotics* 1(1): 3–10.
- Verschuere, L., G. Rombaut, P. Sorgeloos, dan W. Verstraete. 2000. Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology review* 64(2): 655–671.
- Xincai, C. dan S. Yongquan. (2001). Shrimp culture. China Internasional Training Course on Technology of Marineculture (Precious Fishes) 1(1):107–113.
- Yustianti., M.N. Ibrahim, dan Ruslaini. 2013. Pertumbuhan dan Sintasan Larva Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) melalui Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Usus Ayam. *Jurnal Mina Laut Indonesia* 1(1):93–103.

UTILIZATION OF TOFU AND TAPIOCA INDUSTRIAL LIQUID WASTE FOR NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) CULTURE WITHIN DIFFERENT BIOFLOC SYSTEMS

Suryo Kunindar*¹, Eko Efendi, dan Supono*²

ABSTRACT

Liquid waste produced by tofu and tapioca industry was approximately 1,5-2 m³ and 4-6 m³ per day respectively. Tapioca liquid waste has concentration of carbon around 119,11 mg/l, while tofu liquid waste has around 133,03 mg/l of nitrogen in concentration. Therefore both of these waste have the potential to be used as biofloc that utilized as additional feed with high protein content for Nile tilapia. The aim of this research was to know interaction between C/N ratio and place of biofloc production to the growth of Nile tilapia. This research used completely randomized design based on factorial experiment which consisted of two level of each factor and three repetition. Level of C/N ratio were 15 and 20 whereas level of place of biofloc production were inside and outside fish culture container. The result of this research showed that interaction between place of biofloc production and C/N ratio affected the growth of Nile tilapia. The treatment inside biofloc production with 20 C/N ratio gave provided the highest absolute growth (3,26 g) and daily growth rate (0,082 g per day).

Keywords: tapioca liquid waste, tofu liquid waste, biofloc, tilapia, C/N ratio and growth

Pendahuluan

Perkembangan industri yang pesat saat ini tidak lain karena penerapan kemajuan teknologi oleh manusia guna mendapat kualitas hidup yang lebih baik. Salah satu jenis industri yang ada adalah industri pengolahan bahan pangan seperti industri tahu dan tepung tapioka. Kedua industri ini sangat berkembang pesat di Indonesia baik dalam skala kecil maupun besar. Saat ini, kedua industri ini rata-rata masih dilakukan

dengan teknologi yang sederhana, sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya air dan bahan baku masih sangat rendah dan tingkat produksi limbah juga sangat tinggi.

Industri tahu menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang sangat besar yaitu mencapai 1,5-2 m³/hari (Nurhasan dan Pramudyanto, 1991). Industri tepung tapioka juga menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar yaitu 4-6 m³/hari (Djarwati *et al.*, 1993).

¹ E-mail: suryo_kunindar@yahoo.co.id

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

Berdasarkan hasil uji Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, diketahui bahwa limbah cair tapioka memiliki kandungan karbon sebesar 119,11 mg/l. Sedangkan limbah cair tahu memiliki kandungan nitrogen sebesar 133,03 mg/l dan karbon sebesar 37,78 mg/l. Hal ini memungkinkan kedua limbah cair ini dapat diolah secara bersamaan dengan teknologi bioflok.

Bioflok mengandung protein tinggi yaitu 27-38%, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai sumber pakan alternatif bagi ikan (Purnomo, 2012). Salah satu jenis ikan yang dapat memanfaatkan biomasa bioflok sebagai sumber makanannya adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Avnimelech, 2009). Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan omnivora yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena pertumbuhannya yang cepat, mudah berkembang biak, tahan terhadap penyakit serta memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Purnomo, 2012).

Limbah cair industri tepung tapioka dan tahu sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai media penumbuhan bioflok yang dapat digunakan sebagai pakan alami berprotein tinggi bagi ikan nila. Sehingga perlu dikembangkan sistem yang efektif dalam penerapan teknologi ini melalui analisis pengaruh perbedaan rasio C/N dan tempat pembuatan bioflok dari limbah cair industri tapioka dan tahu terhadap pertumbuhan ikan nila. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi rasio C/N dan tempat pembuatan bioflok

dari limbah cair industri tapioka dan tahu terhadap pertumbuhan ikan nila.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama 40 hari di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak plastik kapasitas 80 liter dan 20 liter, aerator, DO meter, pH meter, termometer digital, gelas ukur, timbangan digital, *scoopnet*, penyaring bioflok, ikan nila dengan ukuran panjang 3 cm dan berat 0,8 g, air bersih, limbah cair tapioka, limbah cair tahu, serta bakteri *Bacillus subtilis* dengan kepadatan 5×10^{12} CFU/ml.

Model rancangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri atas empat perlakuan dan masing masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Adapun perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Perlakuan R_1T_1 : Rasio C/N 15 dengan pembuatan bioflok dilakukan di dalam wadah pemeliharaan ikan nila
2. Perlakuan R_2T_1 : Rasio C/N 20 dengan pembuatan bioflok dilakukan di dalam wadah pemeliharaan ikan nila
3. Perlakuan R_1T_2 : Rasio C/N 15 dengan pembuatan di luar wadah pemeliharaan ikan nila
4. Perlakuan R_2T_2 : Rasio C/N 20 dengan pembuatan di luar wadah pemeliharaan ikan nila

Bioflok dibuat dengan cara mencampurkan limbah cair industri tapioka dan tahu ke dalam bak yang telah diisi air bersih dengan perbandingan rasio C/N yaitu 15 dan 20, kemudian diberikan aerasi yang kuat selama 24 jam serta memasukkan bakteri heterotrof (*Bacillus subtilis*).

Pengamatan bioflok dilakukan sebanyak empat kali selama penelitian, yaitu hari ke 1, 10, 20 dan 30 pada wadah pembentukan bioflok dengan perlakuan rasio C/N berbeda. Pengamatan bioflok dilakukan dengan cara mengukur volume serta berat bioflok yang terbentuk.

Pemeliharaan ikan nila dilakukan selama 40 hari. Benih ikan nila ditebar pada masing-masing wadah pemeliharaan sebanyak 30 ekor. Setiap hari pada pukul 08.00 WIB dilakukan penambahan limbah cair tapioka dan limbah cair tahu pada perlakuan pembuatan bioflok di dalam wadah pemeliharaan ikan nila. Sedangkan pada perlakuan pembuatan bioflok diluar wadah pemeliharaan ikan nila, bioflok yang telah terbentuk diambil dan dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan ikan nila.

Pemberian bioflok mengikuti pertumbuhan ikan nila melalui sampling pertumbuhan ikan nila. Sampling pertumbuhan ikan nila dilakukan dengan mengukur bobot ikan setiap 10 hari sekali dengan cara mengambil seluruh ikan pada masing-masing unit percobaan. Sampling dilakukan dengan menggunakan *scoopnet*, wadah dan timbangan.

Parameter yang diamati antara lain: pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan harian, kelangsungan hidup, dan kualitas air. Pertumbuhan

biomassa mutlak ditetapkan berdasarkan penambahan biomassa mutlak ikan uji pada setiap unit percobaan. Pertumbuhan biomassa mutlak dihitung dengan menggunakan rumus (Effendi, 2003):

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan:

- W : Pertumbuhan biomassa mutlak (g)
 W_t : Biomassa ikan uji pada akhir pemeliharaan (g)
 W_0 : Biomassa ikan uji pada awal pemeliharaan (g)

Laju pertumbuhan harian dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Effendi, 2003):

$$GR = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Keterangan :

- GR : Laju pertumbuhan harian (g/hari)
 W_t : Biomassa ikan uji pada akhir pemeliharaan (g)
 W_0 : Biomassa ikan uji pada awal pemeliharaan (g)
 t : Waktu pemeliharaan (hari)

Nilai kelulushidupan (*Survival rate*) adalah tingkat perbandingan jumlah ikan yang hidup dari awal hingga akhir penelitian. Nilai kelulushidupan dapat dihitung dengan rumus (Effendie, 2003):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan :

- SR : Kelulushidupan (%)

No : Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)
Nt : Jumlah ikan akhir penelitian (ekor)

Kualitas air meliputi: suhu, pH, oksigen terlarut (DO) dan amonia. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (Anova) pada tingkat kepercayaan 95%. Apabila berpengaruh nyata, data akan diuji dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Sedangkan data kualitas air akan dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Pembuatan bioflok dilakukan dengan cara mencampurkan limbah cair industri tapioka dan tahu serta bakteri *Bacillus subtilis* ke dalam media pembentukan bioflok perbandingan rasio C/N 15 dan 20. Maulina (2009) menyatakan bahwa rasio C/N yang ideal untuk pertumbuhan bioflok adalah 15:1 sampai dengan 20:1, artinya ada 15 molekul karbon untuk setiap 1 molekul. Bakteri *Bacillus subtilis* merupakan salah jenis bakteri heterotrof yang sering digunakan dalam sistem bioflok (Zao *et al.*, 2012). Menurut Irianto (2003), spesies *Bacillus subtilis* merupakan spesies yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas air.

Keberhasilan bioflok dalam penelitian ini dapat diketahui melalui adanya gumpalan-gumpalan bakteri yang terlihat pada kolom air media pembentukan bioflok. Suryaningrum (2012) menjelaskan bahwa bioflok berhasil terbentuk apabila secara visual tampak adanya gumpalan-gumpalan yang bergerak bersama

arus air. Selain itu, untuk mengetahui keberhasilan pembentukan bioflok dalam penelitian ini, juga dilakukan pengukuran volume dan berat bioflok yang terbentuk.

Pengukuran volume dan berat bioflok hanya dapat dilakukan pada perlakuan R₁T₂ dan R₂T₂. Hal tersebut disebabkan perlakuan R₁T₂ dan R₂T₂ merupakan perlakuan pembuatan bioflok diluar wadah pemeliharaan ikan nila, sehingga bioflok dapat diukur terlebih dahulu sebelum diberikan pada ikan nila sebagai pakan. Sedangkan pada perlakuan R₁T₁ dan R₂T₁ pengukuran bioflok tidak dapat dilakukan karena bioflok yang terbentuk dalam wadah pemeliharaan secara langsung dimanfaatkan ikan nila sebagai makanan. Pengukuran bioflok pada perlakuan R₁T₂ dan R₂T₂ diasumsikan dapat mewakili perlakuan R₁T₁ dan R₂T₁ karena perlakuan tersebut memiliki perbandingan rasio C/N yang sama, hanya wadah pembentukannya yang berbeda.

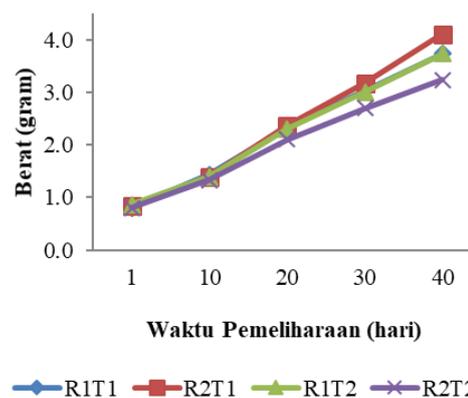
Pemberian limbah cair tapioka dan tahu pada media pembentukan bioflok dengan rasio C/N 20 pada perlakuan R₂T₂ menghasilkan bioflok dengan jumlah rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan rasio C/N 15 pada perlakuan R₁T₂. Perlakuan R₂T₂ menghasilkan bioflok dengan berat dan volume rata-rata sebesar 18,99 g dan 22,42 ml dalam 20 liter air pada awal masa pemeliharaan ikan nila. Sedangkan perlakuan R₁T₂ menghasilkan bioflok dengan berat dan volume rata-rata sebesar 16,73 g dan 19,54 ml dalam 20 liter air. Hal tersebut diduga disebabkan oleh jumlah pemberian karbon yang berbeda. Perlakuan R₂T₂ dengan penambahan karbon lebih banyak

dibandingkan diduga menyebabkan bakteri heterotrof mendapatkan sumber energi yang lebih tinggi untuk meningkatkan kelimpahan dan kinerjanya dalam mengubah nitrogen yang berasal dari limbah cair industri tahu menjadi bioflok. Bakteri dan mikroorganisme akan memanfaatkan karbon sebagai nutrisi untuk menghasilkan energi dalam memproduksi protein sel baru (Avnimelech, 1999).

Peningkatan jumlah bioflok terjadi pada setiap periode pengamatan bioflok. Perlakuan R₁T₂ dan R₂T₂ menghasilkan bioflok dengan volume rata-rata sebesar 19,54 ml dan 22,42 ml pada awal masa pemeliharaan ikan nila. Sedangkan pada hari ke-30, perlakuan R₁T₂ dan R₂T₂ menghasilkan bioflok dengan volume rata-rata sebesar 49,79 ml dan 50,28 ml. Hal tersebut diduga disebabkan peningkatan jumlah pemberian limbah cair tapioka dan tahu pada media pembentukan bioflok, sehingga bakteri heterotrof mendapatkan nutrisi dengan jumlah yang semakin meningkat untuk berkembang dan mensintesis bioflok. Avnimelech (1999) menyatakan bahwa bakteri akan memanfaatkan karbon dan nitrogen sebagai nutrisi untuk menghasilkan energi serta memproduksi protein sel baru. Peningkatan rasio perbandingan karbon dan nitrogen akan menstimulasi bakteri heterotrof untuk meningkatkan kelimpahannya (Azim *et al.*, 2007).

Ikan nila mengalami perbedaan peningkatan pertumbuhan berat pada masing-masing perlakuan selama proses pemeliharaan. Rata-rata berat ikan nila selama pemeliharaan dari yang tertinggi sampai terendah

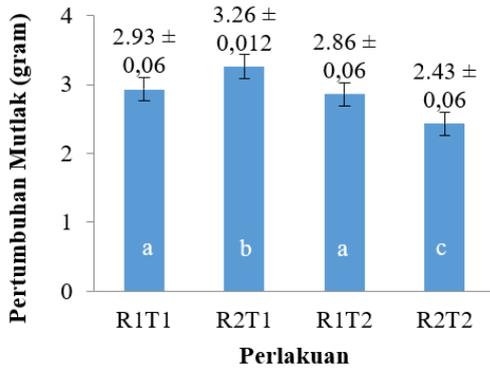
berturut-turut yaitu perlakuan R₂T₁ (4,1 ± g), R₁T₁ (3,7 ± g), R₁T₂ (3,7 ± g) dan R₂T₂ (3,2 ± g) (Gambar 1).



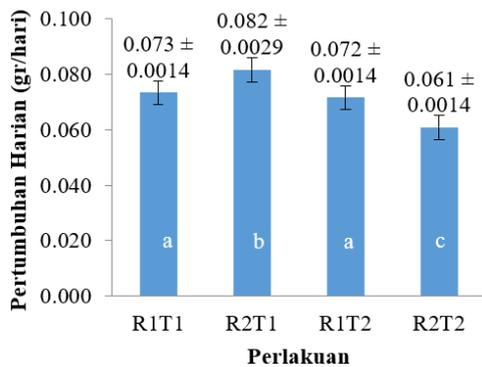
Gambar 1. Pertumbuhan berat ikan nila

Hasil pengamatan pertumbuhan ikan nila menunjukkan bahwa rata-rata berat mutlak yang tertinggi adalah pada perlakuan R₂T₁ yaitu 3,26 g dengan laju pertumbuhan harian sebesar 0,082 g perhari. Sedangkan rata-rata pertumbuhan berat mutlak ikan nila yang terendah adalah pada perlakuan R₂T₂ yaitu 2,43 g dengan laju pertumbuhan

harian sebesar 0,061 g perhari (Gambar 2 dan Gambar 3).



Gambar 2. Pertumbuhan berat mutlak ikan nila



Gambar 3. Pertumbuhan berat harian ikan nila

Hasil analisis ragam (Anova) pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa adanya interaksi antara rasio C/N dan tempat pembuatan bioflok, memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan harian ikan nila. Hasil uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan R₂T₁ dan R₂T₂ memberikan respon pertumbuhan yang berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Perlakuan pembuatan bioflok di dalam wadah pemeliharaan ikan nila dengan rasio C/N 20 (perlakuan R₂T₁) menunjukkan interaksi positif

sehingga memberikan respon terbaik terhadap pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan harian ikan nila. Sedangkan perlakuan pembuatan bioflok di luar wadah pemeliharaan ikan nila dengan rasio C/N 20 (perlakuan R₂T₂) menunjukkan interaksi negatif sehingga memberikan respon pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan harian ikan nila terendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ikan nila mengalami peningkatan pertumbuhan berat dalam setiap 10 hari periode pengamatan untuk semua perlakuan. Peningkatan laju pertumbuhan ikan nila diduga disebabkan ikan nila mampu memanfaatkan protein bioflok sebagai makanan dengan optimal. Berdasarkan analisis kandungan protein bioflok dari limbah cair industri tapioka dan tahu, menunjukkan bahwa bioflok mengandung protein sebesar 28,88%. Hephher (1988), menyatakan bahwa protein merupakan nutrient yang sangat dibutuhkan ikan untuk pertumbuhan. Protein merupakan suatu nutrisi yang terkandung di dalam pakan yang dibutuhkan untuk pemeliharaan tubuh, pembentukan jaringan, penggantian jaringan-jaringan tubuh yang rusak, serta penambahan protein tubuh dalam proses pertumbuhan (Cowey dan Sargent, 1972). Meyer dan Pena (2001) menjelaskan bahwa kebutuhan protein pakan untuk ikan nila yaitu berkisar 25-35%.

Perlakuan R₂T₁ memberikan nilai pertumbuhan berat mutlak dan laju pertumbuhan harian yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal tersebut diduga disebabkan jumlah

pakan bioflok yang diberikan serta kualitas air media pemeliharaan ikan nila. Perlakuan dengan rasio C/N 20 menghasilkan jumlah bioflok lebih tinggi, sehingga diduga jumlah bioflok yang diberikan sebagai pakan alami untuk ikan nila pada perlakuan R₂T₁ mampu memenuhi kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan ikan nila. Selain itu, kualitas air yang optimal, diduga juga menyebabkan pertumbuhan ikan nila pada perlakuan R₂T₁ lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Menurut Hephher dan Pruginin (1981), pertumbuhan ikan dipengaruhi berbagai faktor, salah satunya adalah kualitas air. Kualitas air yang optimal menyebabkan ikan nila lebih mudah untuk melakukan adaptasi terhadap lingkungan perairan, sehingga energi yang diperoleh dari pakan bioflok dapat digunakan secara optimal untuk pertumbuhan. Kualitas air yang optimal pada perlakuan R₂T₁ salah satunya ditandai dengan konsentrasi amonia yang paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya pada periode akhir penelitian yaitu 0,710 mg/l. Menurut Stickney (2005), konsentrasi amonia yang optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila yaitu tidak lebih dari 0,8 mg/l. Hal tersebut diduga disebabkan proses pembentukan bioflok mampu menurunkan konsentrasi amonia didalam media pemeliharaan ikan nila. Menurut Azim dan Little (2008), bakteri heterotrof dalam air budidaya ikan mampu menyerap komponen polutan serta amonia yang ada dalam air budidaya ikan untuk mensintesis biomasa protein dan sel baru yang

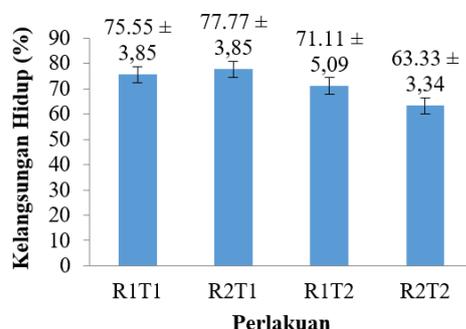
dimanfaatkan oleh ikan sebagai makanannya.

Nilai pertumbuhan berat mutlak dan laju pertumbuhan harian ikan nila pada perlakuan R₂T₂ lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal tersebut diduga disebabkan kurang optimalnya kualitas air media pemeliharaan ikan pada perlakuan R₂T₂ karena variabel amonia. Perlakuan R₂T₂ memiliki konsentrasi amonia yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya pada periode akhir penelitian serta berada dalam kondisi yang tidak optimal untuk pertumbuhan ikan nila yaitu 0,853 mg/l.

Tingginya konsentrasi amonia dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan karena mengganggu osmoregulasi dengan mempengaruhi permeabilitas ikan terhadap air dan menurunkan konsentrasi ion di dalam tubuh ikan, sehingga meningkatkan konsumsi oksigen dalam jaringan. (Boyd, 1990). Gangguan fungsi tubuh ikan tersebut menyebabkan energi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan, digunakan untuk melakukan adaptasi terhadap lingkungan perairan yang mengandung bahan beracun yaitu amonia.

Kelangsungan hidup ikan nila terendah selama 40 hari masa pemeliharaan adalah pada perlakuan R₂T₂ yaitu sebesar 63,33 %. Sedangkan kelangsungan hidup

tertinggi adalah pada perlakuan R₂T₁ yaitu sebesar 77,77 % (Gambar 4).



Gambar 4. Kelangsungan hidup ikan nila

Berdasarkan hasil analisis ragam (Anova) pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi antara rasio C/N dan tempat pembuatan bioflok terhadap kelangsungan hidup ikan nila.

Perlakuan teknik pembuatan bioflok di luar wadah pemeliharaan ikan nila dengan perbandingan rasio C/N 20 (perlakuan R₂T₂) memberikan respon kelangsungan hidup yang paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga disebabkan kualitas air media pemeliharaan ikan nila pada perlakuan R₂T₂ yang lebih cepat menurun dibandingkan perlakuan lainnya akibat variabel amonia, sehingga meningkatkan mortalitas ikan nila. Amonia yang tak terionisasi (NH₃) atau disebut juga amonia bebas memiliki pengaruh meracuni bagi ikan (Hepher, 1988). Perlakuan R₂T₂ memiliki konsentrasi amonia tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya serta berada dalam konsentrasi yang tidak optimal untuk kelangsungan hidup ikan nila yaitu 0,853 mg/l. Konsentrasi amonia yang optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila yaitu

tidak lebih dari 0,8 mg/l (Stickney, 2005)

Tingginya konsentrasi amonia pada perlakuan R₂T₂ diduga akibat tidak adanya aktivitas bakteri heterotrof di dalam media pemeliharaan ikan nila. Hal tersebut disebabkan pembuatan bioflok dilakukan luar wadah pemeliharaan ikan nila. Tidak adanya aktivitas bakteri heterotrof menyebabkan amonia dari sisa metabolisme ikan nila tidak disintesis menjadi bioflok, sehingga semakin terakumulasi dan menjadi polutan yang menurunkan kualitas air. Selain itu, perlakuan R₂T₂ dengan rasio C/N 20 menghasilkan jumlah bioflok yang tinggi, sehingga jumlah bioflok yang diberikan sebagai pakan alami untuk ikan nila juga semakin tinggi. Semakin banyak pakan yang diberikan menyebabkan sisa metabolisme ikan nila juga semakin meningkat, sehingga konsentrasi amonia semakin cepat meningkat. Boyd (1990) menyatakan bahwa sisa metabolisme ikan dan sisa pakan pada sistem budidaya menyebabkan peningkatan konsentrasi amonia.

Perlakuan R₂T₁ memberikan respon kelangsungan hidup yang paling tinggi dari pada perlakuan lainnya. Hal tersebut diduga disebabkan konsentrasi amonia pada perlakuan R₂T₁ lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Selain itu, penerapan sistem bioflok diduga juga dapat meningkatkan sistem imun ikan. Michaud *et al.* (2006) menerangkan bahwa bakteri bioflok dapat mengakumulasi komponen PHB atau *poly-β-hydroxybutirate* yang diduga

berperan dalam pengontrolan bakteri patogen pada sistem akuakultur.

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini diantaranya parameter fisika yaitu suhu air serta parameter kimia yaitu oksigen terlarut, amonia dan pH media pemeliharaan ikan nila. Kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan hasil pengamatan, nilai kisaran suhu air selama penelitian berada dalam kondisi yang

optimal untuk pemeliharaan ikan nila yaitu 26°C sampai 30°C. Kisaran suhu yang optimal bagi pertumbuhan ikan nila yaitu antara 25°C sampai 30°C (BSN, 2009).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut dalam media pemeliharaan ikan berkisar antara 3,03 mg/l sampai 5,37 mg/l (Tabel 1). Kadar oksigen terlarut yang optimal bagi pertumbuhan ikan nila adalah lebih dari 3 mg/l (BSN, 2009).

Tabel 1. Parameter kualitas air media pemeliharaan ikan nila

Parameter	Perlakuan				Kondisi Optimal
	R ₁ T ₁	R ₂ T ₁	R ₁ T ₂	R ₂ T ₂	
DO (mg/l)	3,03-5,24	3,03-5,07	3,03-5,34	3,08-5,37	> 3 ^(a)
Suhu (°C)	26-30	26-30	26-30	26-30	26-31 ^(a)
pH	6,65-7,85	6,75-7,98	7,01-8,01	6,98-7,98	6,5-8,5 ^(a)
NH ₃ (mg/l)	0,519-0,742	0,525-0,710	0,518-0,804	0,530-0,853	< 0,8 ^(b)

Keterangan : a BSN (2009); b. Stickney (2005)

pH air berada dalam batas optimal untuk pemeliharaan ikan nila dengan sistem bioflok. pH air selama pemeliharaan ikan nila yaitu berkisar 6,65 sampai 8,01 (Tabel 1). derajat keasaman (pH) optimal suatu perairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan ikan adalah 6,5 sampai 9 (Boyd, 1982). Selain itu, menurut Luo *et al.* (2013) pH optimal pada penerapan teknologi bioflok yaitu berkisar 7,5 – 8,7.

Konsentrasi amonia dalam air media pemeliharaan ikan nila pada perlakuan R₁T₁ dan R₂T₁ lebih rendah dibandingkan perlakuan R₁T₂ dan R₂T₂. Konsentrasi amonia pada perlakuan R₁T₁ dan R₂T₁ yaitu berkisar antara 0,519 mg/liter 0,742 mg/liter. Sedangkan konsentrasi amonia pada perlakuan R₁T₂ dan R₂T₂

yaitu berkisar antara 0,518 mg/liter sampai 0,853 mg/liter.

Kesimpulan dan Saran

Analisis ragam (Anova) pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa ada pengaruh interaksi antara rasio C/N dan tempat pembuatan bioflok dari limbah cair industri tapioka dan tahu terhadap pertumbuhan ikan nila. Perlakuan pembuatan bioflok di dalam wadah pemeliharaan ikan nila dengan rasio C/N 20 menunjukkan interaksi positif sehingga memberikan respon pertumbuhan mutlak tertinggi yaitu sebesar 3,26 g dengan tingkat pertumbuhan harian 0,082 g per hari.

Daftar Pustaka

- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture system. *Aquaculture*. 176 : 227-235.
- Avnimelech Y. 2009. *Biofloc Technology. A Practical Guide Book*. World Aquaculture Society, United States.
- Azim, M.E. dan Little, D.C. 2008. The Biofloc Technology (BFT) in Indoor Tanks: Water Quality, Biofloc Composition, and Growth and Welfare of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 283 : 29-35.
- Boyd, C.E. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham Publishing Co., Birmingham, Alabama.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2009. *SNI 7550 : 2009; Produksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Kelas Pembesaran di Kolam Air Tenang*. BSN (Badan Standardisasi Nasional), Jakarta.
- Cowey, C.B. dan Sargent, J.R..1972. Fish Nutrition. *Advance in Marine Biology*. 10: 303 – 388.
- Djarwati, Fauzi, I., dan Sukani. 1993. *Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka Secara Kimia Fisika*. Departemen Perindustrian RI, Semarang.
- Fitriyah, N. R. 2011. *Studi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pupuk Cair Tanaman (Studi Kasus Pabrik Tahu Kenjeran)*. Teknik Lingkungan, Semarang.
- Fitria, Y. 2008. Pembuatan Pupuk Organik Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan EM4 (*Effective Microorganism 4*). *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hepher, B. 1988. *Nutrition of Ponds Fishes*. Cambridge University Press, New York.
- Hepher, B. dan Pruginin, Y. 1981. *Commercial fish farming: with special reference to fish culture in Israel*. John Wiley and Son, New York.
- Irianto A. 2003. *Probiotik Akuakultur*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Luo, G.Z., Avnimelech, Y., Pan, Y.F. dan Tan, H.X., 2012. Inorganik nitrogen dynamics in sequencing batch reactor using bioflocs technology to treat aquaculture sludge. *Aquaculture Engineering*. 52: 73-79.
- Maulina, 2009. Aplikasi Teknologi Bioflok Dalam Budidaya Udang Putih (*Litopenaeus vannamei* Boone). *Tesis*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Meyer, D.E. dan Pena, P. 2001. Ammonia Excretion Rates and Protein Adequacy in Diets for Tilapia *Oreochromis* sp. *World Aquaculture Society*, 1: 61-70.
- Michaud, L., Blancheton, J.P., Bruni. V., dan Piedrahita, R. 2006. Effect of particulate organik carbon on heterotrophic bacterial populations and nitrification efficiency in biological filters. *Aquacultural Engineering*, 34, 224–233.
- Nurhasan, A. dan Pramudyanto, B. 1991. *Penanganan Air Limbah Pabrik Tahu*. Yayasan Bina Karya Lestari, Semarang.

- Purnomo, P.D. 2012. Pengaruh Penambahan Karbohidrat Pada Media Pemeliharaan Terhadap Produksi Budidaya Intensif Nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Stickney, R.R., 2005. *Aquaculture: An introductory text*. CABI Publishing, USA
- Suryaningrum, F.M. 2012. Aplikasi Teknologi Bioflok pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Tesis. Program Pasca Sarjana, Universitas Terbuka. Jakarta.
- Zao, P., Huang, J., Wang, X.H., Song, X.L., Yang, C.H., Zhan, X.G. dan Wang, G.C. 2012. The application Of bioflocs technology in high-intensive, zero exchange farming system of *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture*. 354: 97-106.

PENGARUH WARNA WADAH PEMELIHARAAN TERHADAP PENINGKATAN INTENSITAS WARNA IKAN GUPPY (*Poecilia reticulata*)

Dimas Rizki Pratama*¹, Henni Wijayanti Maharani, dan Herman Yulianto*²

ABSTRACT

Guppy is one of the most popular ornamental fish. In some ornamental fish, colour of aquarium can enhance the fish colour intensity. The research aims to determine the effect of different aquarium colour on Guppy colour intensity which maintenance on semi outdoor. The research was used completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 3 replications (maintenance guppy in colourless aquarium, black coloured aquarium, yellow coloured aquarium, silver coloured aquarium). The Guppy fish used is 60 days old that kept on aquarium 30 cm x 20 cm x 30 cm and the water volume is 4 liters/aquarium. Research was conducted for 40 days, fish amount is 8 fish/aquarium. Colour intensity data were analyzed by using ANOVA and the significantly different results followed by a further test of Least Significant Difference (LSD). Observed parameters were the colour intensity, pH, and temperature. The results showed that maintenance Guppy fish under different colour of aquarium gave the effect on Guppy colour intensity, the best effect on colour intensity Guppy fish show at the colourless aquarium.

Keywords: Guppy Fish, Colour Intensity, Aquarium, Layer, Aquarium Colour

Pendahuluan

Ikan guppy merupakan salah satu jenis ikan hias yang banyak diminati karena memiliki variasi warna yang menarik seperti warna merah, biru, kuning maupun warna lainnya. Bentuk ekornya beragam, misalnya mirip kipas, membulat, ataupun melebar. Pada jantan, sirip ekor tampil sangat menarik karena lebar dan berwarna kontras dengan corak yang beragam (Sukmara, 2007).

Permintaan pasar yang tinggi mengakibatkan pembudidaya ikan guppy harus mampu memproduksi ikan guppy dengan kualitas yang baik agar produksi ikan guppy nasional dapat bersaing di pasar internasional. Permasalahan yang terjadi dalam budidaya ikan guppy adalah warna dan morfologi ikan guppy yang kurang menarik karena rendahnya pengetahuan pembudidaya akan teknologi budidaya ikan guppy yang baik. Selama pembesaran ikan guppy di pelihara pada wadah yang memiliki

¹ E-mail: dimasrizki2@gmail.com

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

warna gelap, hingga menyebabkan ekspresi akan intensitas warna ikan guppy pun kurang terlihat, sedangkan warna merupakan parameter dalam penentuan nilai ikan guppy.

Ikan yang dipelihara pada kondisi terang akan memberikan reaksi warna berbeda dengan ikan yang dipelihara di tempat gelap karena adanya perbedaan reaksi melanosom yang mengandung pigmen melanofor terhadap rangsangan cahaya yang ada (Said *et al.*, 2005). Kondisi cahaya terang memberikan penampilan warna yang lebih baik daripada cahaya gelap karena pada kondisi cahaya terang melanofor menjadi terkonsentrasi di sekitar nukleus, sel nampak berkerut dan membuat kulit ikan tampak lebih cemerlang (Storebaken dan No, 1992).

Upaya untuk mengatasi masalah yang terjadi pada budidaya ikan guppy adalah dengan meningkatkan intensitas warna ikan guppy. Peningkatan intensitas warna tersebut akan dicoba/diteliti dengan memelihara ikan guppy pada wadah yang berwarna cerah, dengan harapan pemeliharaan ikan guppy pada wadah yang terang dapat memberikan peningkatan intensitas warna yang lebih tinggi dibandingkan ikan guppy yang dipelihara pada wadah yang berwarna gelap.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Februari 2017 di Laboratorium Nutrisi dan Pakan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) yang digunakan berumur 60 hari,

dengan panjang 2 – 2,5 cm dan berat 0,15 – 0,2 g yang didapatkan dari *Hatchery D-Guppy's* Lampung, naupli *Artemia* sp. berumur 24 jam, akuarium ukuran 30 x 20 x 30 cm sebanyak 12 unit, air gallon sebanyak 4 liter untuk tiap akuarium, alat tetas artemia, M-TCF, timbangan digital, peralatan aerasi dan peralatan kontrol kualitas air (kertas pH, dan termometer).

Ikan uji dipelihara selama 40 hari. Akuarium diisi air sebanyak 4 liter/akuarium dengan kepadatan sebanyak 8 ekor/akuarium. Pemberian pakan berupa artemia sebanyak dua kali sehari dengan pemberian pakan secara *ad satiation*.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan meliputi A (pemeliharaan dalam akuarium tanpa pelapis), B (pemeliharaan dalam akuarium berpelapis hitam), C (pemeliharaan dalam akuarium berpelapis kuning), dan D (pemeliharaan dalam akuarium berpelapis perak).

Parameter yang diamati meliputi intensitas warna, pertumbuhan, *survival rate* (kelangsungan hidup) dan kualitas air. Pengamatan intensitas warna dilakukan dengan menggunakan M-TCF (*Modified Toca Colour Finder*) setiap 10 hari sekali selama 40 hari masa penelitian. Dilakukan uji lanjut terhadap pengujian M-TCF dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), yakni metode sebagai dasar ilmiah proses pengambilan keputusan untuk masalah semi terstruktur.

Data pengamatan perbedaan warna media pemeliharaan terhadap

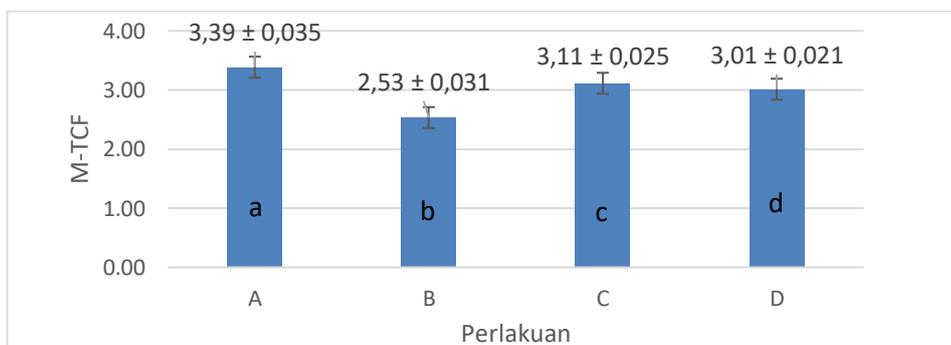
Survival Rate, dan intensitas warna yang diuji menggunakan sidik ragam (uji F) dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji lanjut BNT dengan tingkat kepercayaan 95%.

Hasil dan Pembahasan

Kecerahan Warna Ikan Guppy

Kecerahan warna ikan Guppy selama pemeliharaan disajikan pada Gambar 1. Ikan guppy yang dipelihara pada akuarium tanpa

pelapis mengalami peningkatan nilai M-TCF lebih tinggi dan lebih cepat dibandingkan dengan ikan guppy yang dipelihara pada akuarium yang memiliki pelapis. Pada Perlakuan A didapatkan rerata 3,39, diikuti Perlakuan C dengan rerata 3,11, lalu perlakuan D 3,01 dan rerata terkecil terdapat pada Perlakuan B, yaitu sebesar 2,53. Perlakuan A dan C memiliki nilai M-TCF yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain dikarenakan warna wadah perlakuan A dan C lebih terang dibandingkan Perlakuan D maupun B.



Gambar 1. Grafik peningkatan warna harian

Perlakuan A memiliki nilai M-TCF lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan nilai M-TCF terendah ditemukan pada perlakuan B (Gambar 1). Hal tersebut membuktikan bahwa warna wadah dan intensitas cahaya mempengaruhi warna pada ikan guppy, dimana perlakuan A dan C yang memiliki intensitas cahaya sebesar 26.700 -

38.500 lux dan 24.500 – 30.400 lux yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan D dan B (Tabel 1). Kondisi tersebut didukung oleh teori Newton (1642-1727), bahwa sebuah benda berwarna putih karena benda tersebut memantulkan semua spektrum cahaya yang mengenainya dan tidak diserap sama sekali.

Tabel 1. Intensitas cahaya wadah pemeliharaan ikan guppy

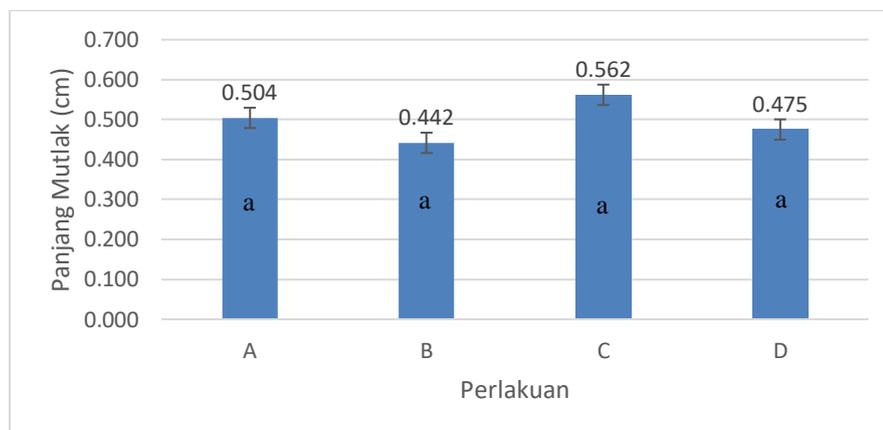
Perlakuan	Intensitas Cahaya	
	Cuaca Mendung	Cuaca Cerah
A	18.900-24.300 lux	26.700-38.500 lux
B	15.200-20.200 lux	21.800-25.800 lux
C	17.400-23.200 lux	24.500-30.400 lux
D	17.100-22.900 lux	24.200-36.500 lux

Pengukuran intensitas warna menunjukkan bahwa ikan guppy yang dipelihara pada wadah tanpa pelapis (bening) yang memantulkan semua spektrum warna memiliki intensitas warna yang lebih baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa wadah yang memantulkan spektrum cahaya memiliki pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan wadah yang menyerap spektrum cahaya dalam peningkatan intensitas warna ikan guppy. Hasil penelitian tersebut juga didukung oleh pernyataan Said *et al.*, (2005) bahwa ikan yang dipelihara pada kondisi terang akan memberikan reaksi warna berbeda dengan ikan yang dipelihara di tempat gelap karena adanya perbedaan reaksi melanosom yang mengandung

pigmen melanofor terhadap rangsangan cahaya yang ada.

Pertumbuhan Ikan Guppy Panjang Mutlak

Panjang mutlak ikan guppy pada perlakuan C menunjukkan nilai rata-rata panjang yang lebih tinggi dari pada ikan guppy yang dipelihara pada akuarium lainnya. Panjang mutlak tertinggi ikan guppy yang dipelihara pada perlakuan C yaitu sebesar 0,56 cm, diikuti dengan perlakuan A yang memiliki panjang mutlak 0,50 cm, pada perlakuan D didapatkan panjang mutlak 0,47 cm, sedangkan panjang mutlak terendah dimiliki oleh perlakuan B yaitu sebesar 0,44 cm. Grafik pertumbuhan panjang ikan Guppy selama 40 hari pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Panjang mutlak ikan guppy

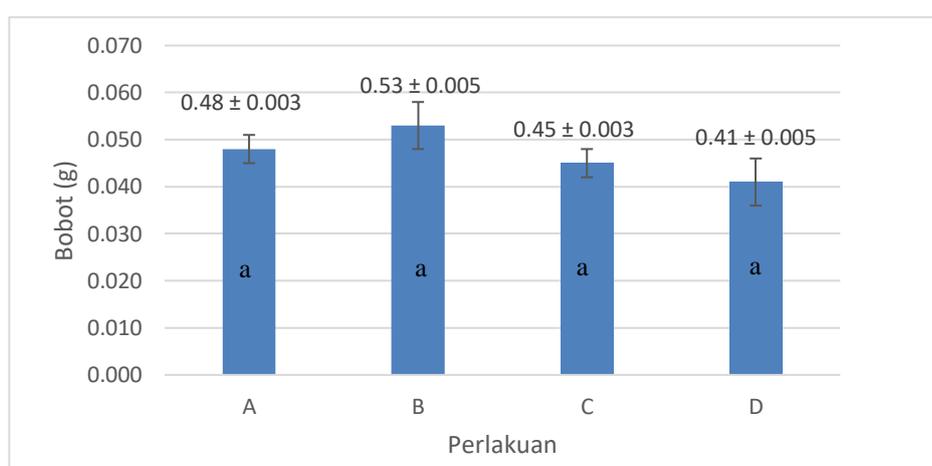
Panjang mutlak ikan guppy yang dipelihara pada akuarium berpelapis kuning lebih baik dibandingkan ikan guppy yang dipelihara pada akuarium lainnya, meskipun hasil uji statistik yang didapat menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar tiap perlakuan. Meskipun pada wadah lainnya masih terdapat cahaya, pada warna wadah kuning pakan lebih

terlihat jelas oleh ikan guppy. Hal ini dikarenakan pada wadah warna kuning memiliki kondisi intensitas cahaya yang rendah tetapi berlatar terang sehingga pakan terlihat lebih jelas oleh ikan guppy dan pakan tersebut akan lebih mudah tertangkap dan dimakan oleh ikan guppy. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Henne dan Watanabe (2003), bahwa

konsumsi pakan meningkat di bawah kondisi cahaya rendah dan warna latar yang terang. Pada Perlakuan B, efektivitas penyerapan pakan terlihat dari pertumbuhan ikan tersebut, yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya.

Berat Mutlak

Hasil pengamatan didapatkan bahwa perlakuan B memiliki rata rata selisih berat tertinggi yaitu 0,53 g, dilanjutkan dengan perlakuan A dan C yaitu memiliki rata rata selisih sebesar 0,48 g dan 0,45 g, sedangkan perlakuan D memiliki rata rata selisih terkecil yaitu 0,41 g.



Gambar 3. Berat mutlak ikan guppy

Uji statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan dari parameter berat antar tiap perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa warna wadah pemeliharaan yang diberikan tidak memberikan pengaruh terhadap bobot ikan guppy yang dipelihara. Anggraeni dan Abdulgani (2013) menyatakan, bahwa jumlah protein akan mempengaruhi pertumbuhan ikan, karena protein merupakan sumber energi bagi ikan dan protein merupakan nutrisi yang sangat dibutuhkan ikan untuk pertumbuhan.

Survival Rate

Survival Rate merupakan perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir penelitian

dengan jumlah individu pada awal penelitian. Berdasarkan hasil penelitian, tingkat kelangsungan hidup ikan Guppy untuk semua perlakuan bernilai 100%. Tingkat kelangsungan hidup (SR) ikan guppy selama 40 hari pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Survival rate* ikan guppy

Perlakuan	<i>Survival Rate</i> (%)
A	100
B	100
C	100
D	100

Kelangsungan hidup ikan Guppy untuk semua perlakuan mencapai 100%, hal ini dikarenakan pada saat sebelum penelitian ikan sudah

dipelihara pada tempat penelitian, sehingga ikan mampu beradaptasi dengan kualitas air yang di gunakan. Kelangsungan hidup ikan di suatu perairan dipengaruhi berbagai macam faktor diantaranya kepadatan dan kualitas air (Effendi, 2004). Hal tersebut menyebabkan potensi ikan mengalami kematian sangat rendah. Kemampuan adaptasi ikan dan penanganan manusia merupakan

faktor yang mempengaruhi sintasan ikan.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati selamamasa penelitian meliputi suhu dan pH (derajat keasaman). Data kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter kualitas air

Kualitas Air	Perlakuan				Baku Mutu*
	A	B	C	D	
Suhu(°C)	28 – 31	28 – 31	28 – 31	28 – 31	25 – 32
pH	6 – 7	6 – 7	6 – 7	6 – 7	6 – 9

Keterangan: *= Boyd, 1990

Suhu selama masa penelitian dari setiap perlakuan berkisar pada 28 – 31°C. Kondisi tersebut masih tergolong normal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan Guppy. Sesuai dengan pernyataan Boyd (1990) suhu ideal untuk pemeliharaan ikan hias tropis berkisar antara 25 – 32°C. Suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan ikan terserang jamur, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan ikan stress serta mengalami gangguan pertumbuhan (Said dan Supyawati, 2005). Tingkat derajat keasaman (pH) selama masa penelitian berkisar pada angka 6 – 7, kondisi tersebut masih tergolong normal dikarenakan kisaran pH yang optimal untuk ikan hias tropis berkisar antara 6 – 9 (Boyd, 1990). Nilai pH sangat menentukan proses kimiawi dalam air, pH yang terlalu asam atau basa dapat mengakibatkan warna pada ikan menjadi pucat dan gerakan ikan melambat (Puspita, 2012).

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan warna wadah yang berbeda memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kecerahan warna ikan Guppy. Ikan guppy yang dipelihara pada perlakuan A, memperoleh nilai peningkatan intensitas warna tertinggi.

Daftar Pustaka

- Anggraeni N.M. dan N. Abdulgani. 2013. Pengaruh Pemberian Pakan Alami dan Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*) pada Skala Laboratorium. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(1): 197-201.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality Pond For Aquaculture*. Birmingham Publishing Co., Alabama.

- Effendi, I. 2004. *Pengantar Akuakultur*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Henne, J.P. dan Watanabe, W.O. 2003. Effect of light intensity, salinity on growth, survival and whole body osmolarity of larval Southern flounder *Paralichthys letostigma*. *Journal world aquaculture Sartifice*, 34: 450-465.
- Puspita, N. 2012. Penambahan Tepung Kepala Udang dalam Pakan Terhadap Pigmentasi Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Jenis Kohaku. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1: 31-38.
- Said, D.S., Supyawati, W.D., dan Noortiningsih. 2005. Pengaruh Jenis Pakan dan Kondisi Cahaya Terhadap Penampilan Warna ikan Pelangi Merah *Glossolepis incisus* Jantan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5 (2): 61-67.
- Satyani, D. 2005. *Kualitas Air untuk Ikan Hias Air Tawar*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Storebaken, T. dan Hong, K.N. 1992. Pigmentation of rainbow trout. *Aquaculture*, 100: 209-229 .
- Sukmara. 2007. Sex Reversal pada Ikan Gapi (*Poecilia reticulata* Peters) secara Perendaman Larva dalam Larutan Madu 5 ml/L. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

PENGARUH PENGGUNAAN TEPUNG *Lemna* sp. TERFERMENTASI PADA PAKAN BUATAN TERHADAP TINGKAT PEMANFAATAN PAKAN, PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN BENIH IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)

Ika Nurul Asriyanti, Johannes Hutabarat, dan Vivi Endar Herawati*¹

ABSTRACT

*The cost of feed is one of the production costs that account for 65%, so the need for alternative feed ingredients that can reduce feed costs. Lemna plant has good enough nutrition as alternative food such as protein 32,13%, nitrogen extract (BETN) 15,96%, and fat 5,13%, crude fiber 28,58% and ash 18, 20% that can be used as fish feed ingredients. The aim of this study is to determine the effect and the best dose level of fermented lemna flour to the level of feed utilization, growth and survival of dumbo catfish (*C. gariepinus*). The experimental fish used was juvenile of catfish with an average individual body weight of $3,43 \pm 0,06$ g and the density of 1 fish/2 l for 42 days. This experimental applied completely randomized design (CRD), which consisted of 5 treatments and 3 replicates. The treatments were treatment each by an addition of flour lemna fermented 0% (A), 5% (B), 10% (C), 15% (D) and 20% (E) respectively. The results showed that the flour lemna fermented provided significantly effect ($P < 0,05$) on total feed consumption, feed utilization efficiency, protein efficiency ratio and relative growth rate. However, no significant effects ($P > 0,05$) were occurred on the values of survival rate. The highest dose of 20% dose of fermented lemon flour resulted in total feed intake of 170.01 ± 9.25 g, feed efficiency of $78.82 \pm 4.75\%$, protein efficiency ratio of $2.49 \pm 0.15\%$ and the relative growth rate (of $4.60 \pm 0.31\%$ / day, while the optimum dose of fermented lemon flour to total feed consumption, the efficiency of feed utilization protein efficiency ratio and relative growth rate have not found the optimum point because based on orthogonal polynomial test still patterned linear.*

Keywords: catfish (*C. gariepinus*), flour lemna fermented, feed utilization, growth, survival rate

Pendahuluan

Ikan lele merupakan jenis ikan air tawar yang mudah dibudidayakan dan jumlah permintaan ikan lele konsumsi tinggi. Menurut KKP (2013), target

produksi ikan lele dari tahun 2010 sampai tahun 2013 mengalami peningkatan yaitu dari 242,81 ton menjadi 758,46 ton. Pemenuhan target produksi budidaya ikan lele dapat dicapai salah satunya dengan

¹ Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang. Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698

cara budidaya ikan secara intensif. Budidaya intensif meminimalisir ketergantungan terhadap pakan alami, sehingga pakan buatan menjadi satu-satunya sumber makanan bagi organisme yang dipelihara (Ekasari, 2009). Pakan buatan merupakan biaya produksi yang persentasenya cukup tinggi yaitu pada biaya pakan. Menurut Pomeroy *et al.* (2006), bahwa pakan merupakan salah satu biaya produksi yang menyumbang 65% dari total biaya produksi, sehingga perlu adanya alternatif bahan pakan yang dapat menekan biaya pakan. Kendala lain yang dihadapi yaitu bungkil kedelai sebagai bahan pakan merupakan bahan baku impor, sehingga perlu dicari alternatif lain yang cukup tersedia dengan kandungan nutrisi yang hampir sama dan harga terjangkau (Rismarianty, 2015).

Salah satu bahan yang belum dimanfaatkan adalah lemna yang merupakan salah gulma air yang tidak memiliki nilai jual dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Lemna bersifat kosmopolitan atau bisa tumbuh di mana seperti rawa, persawahan, genangan air dan kolam. Ketersediaan dan perkembangannya di alam sangat baik, memiliki kandungan nutrisi seperti protein nabati dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Selain itu menurut Crismadha (2015), bahwa laju pertumbuhan lemna yang cepat dan sangat mudah untuk dikembangkan, dimana pertumbuhannya mencapai 40 persen per hari, umur hidupnya sekitar 10 hari dan mampu menghasilkan hingga 20 anakan yang menempel pada induknya. Tingkat produktivitas biomasnya juga cukup tinggi, yaitu

10 ton berat kering per hektar per tahunnya. Biomassa tumbuhan lemna dapat dikeringkan dan disimpan untuk waktu yang relatif lama. Selain itu, lemna mempunyai kandungan protein tinggi, yaitu mencapai 10 – 43 % berat keringnya (Mohaputra dan Putra, 2013; Ilyas, 2014). Oleh karena itu, lemna sangat berpotensi sebagai bahan penyusun pakan ikan sebagai sumber protein nabati pengganti tepung bungkil kedelai.

Berdasarkan hasil uji proksimat, tumbuhan lemna memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik seperti protein sebanyak 23,47% ,bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) sebanyak 19,02%, dan lemak sebanyak 3,99%, serat kasar 29,92% dan abu 23,6% yang dapat digunakan sebagai bahan pakan ikan. Kandungan serat kasar yang tinggi pada lemna akan sulit dicerna oleh tubuh ikan, sehingga untuk menangani masalah tersebut dilakukan fermentasi menggunakan probiotik EM-4. Menurut Revi *et al.* (2013), fermentasi merupakan cara untuk menurunkan serat kasar dengan cara merombak rantai polimer panjang dari protein menjadi asam amino, lemak menjadi asam lemak esensial, dan karbohidrat menjadi asam gula sederhana, sehingga pakan mudah diserap dan dicerna oleh tubuh ikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan tepung lemna terfermentasi dan menentukan dosis optimum untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan, dan kelulushidupan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).

Metode

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) dengan rata-rata bobot awal $3,43 \pm 0,06$ (Mohapatra dan Patra, 2013). Benih berasal dari *hatchery* skala rumah tangga (HSRT) yang ada di Siwarak, Ungaran, Semarang. Padat tebar benih untuk tiap perlakuan dan ulangan sebanyak 1 ekor/2 l air (Yunus *et al.*, 2014). Wadah yang digunakan adalah akuarium berukuran 17 x 39 x 59 cm dan diisi air sebanyak 50% dari kapasitas wadah, dilengkapi dengan aerasi untuk mensuplai oksigen dalam air (Madinawati *et al.*, 2011). Tahap pengujian pakan dilakukan selama 42 hari (Sogbesan *et al.*, 2015). Frekuensi pemberian pakan sebanyak 3 kali yaitu pagi, siang, dan sore hari secara *at satiation* (SNI, 2000). Setiap 3 hari sekali dilakukan penyiponan untuk membuang sisa pakan dan kotoran ikan (Madinawati *et al.*, 2011).

Pakan uji yang digunakan adalah pakan buatan yang dibuat sendiri menggunakan bahan baku lokal yaitu tepung ikan, tepung kedelai, tepung lemna, tepung dedak, tepung terigu, tepung jagung, minyak ikan, minyak jagung, vitamin-mineral, CMC dan air. Tepung lemna dibuat dari tumbuhan lemna yang diambil dari perairan yang kemudian dilakukan pencucian, pengeringan, penepungan, dan difermentasi menggunakan probiotik EM₄ sebanyak 1 ml dan molase sebagai aktifator dengan

perbandingan 1:1 kedalam 100 ml air dan didiamkan selama ± 3 jam (Zahidah *et al.*, 2012; Yuniwati *et al.*, 2012; Warasto *et al.*, 2013). Fermentasi tepung lemna dilakukan dengan cara mencampurkan fermentor dengan tepung lemna secara merata. Perbandingan pencampuran antara larutan (satuan ml) dan tepung lemna (satuan g) yaitu 3:10 (Warasto *et al.*, 2013). Hasil pencampuran selanjutnya dimasukkan dalam kantong plastik dan disimpan pada suhu 29°C selama tujuh hari. Hasil dari fermentasi tepung lemna ditunjukkan dengan bau asam khas fermentasi, tahap selanjutnya tepung lemna dibuka dan dikeringanginkan dan diuji proksimat untuk menentukan formulasi pakan.

Proses penentuan formulasi pakan dalam pembuatan pakan uji didasarkan pada kebutuhan protein dari ikan uji, dimana kebutuhan protein dari ikan lele dumbo yaitu 25-30% (SNI, 2006). Pembuatan pakan diawali dengan pencampuran bahan pakan dari jumlah yang terkecil sampai yang terbesar dan diaduk hingga homogen, kemudian ditambahkan air hangat sebanyak 35-40% dari total bahan. Penambahan air dilakukan sambil bahan diaduk sampai merata dan kalis, sehingga bisa dibuat gumpalan-gumpalan untuk dicetak menggunakan gilingan dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu $< 50^{\circ}\text{C}$, sampai kadar air pakan konstan. Pakan yang sudah kering dilakukan analisa proksimat. Komposisi pakan yang digunakan dalam penelitian tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi dan analisa proksimat pakan yang digunakan selama penelitian (% bobot kering)

Jenis Bahan Penyusun Pakan	Pakan (g)				
	A	B	C	D	E
Tp. Ikan	51,09	50,85	50,61	50,37	50,12
Tp. Bkl. Kedelai	18,32	14,53	10,79	7,08	3,39
Tp. Lemna	0,00	5,52	10,98	16,39	21,74
Tp. Terigu	10,13	8,07	4,91	3,60	1,99
Tp. Dedak	4,54	10,06	12,40	13,72	14,44
Tp. Jagung	7,95	3,04	2,42	1,00	0,50
Minyak Ikan	1,77	1,76	1,75	1,74	1,74
Minyak Jagung	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87
Vit-Min mix	4,42	4,40	4,38	4,36	4,34
CMC	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87
TOTAL (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Hasil analisa proksimat pakan (% bobot kering)					
Protein (%)	32,40	32,04	32,66	32,03	31,73
BETN (%)	17,44	17,20	13,61	15,14	12,66
Lemak (%)	7,31	7,74	9,96	10,78	11,35
En. (kkal)*	256,01	249,07	244,13	239,67	235,60
Rasio E/P**	8,53	8,30	8,16	8,04	7,93

* Berdasarkan perhitungan DE (*digestable energy*) dengan asumsi untuk persamaan energi (NRC, 1988), yaitu 1 g karbohidrat = 2.5 kkal DE, 1 g protein = 3.5 kkal DE, dan 1 g lemak = 8.1 kkal DE.

** Menurut De Silva (1987), nilai E/P bagi pertumbuhan optimal ikan berkisar antara 8 – 12 kkal/g

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dan rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga diperlukan 15 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan yaitu perbedaan persentase penambahan tepung lemna terfermentasi dalam formulasi pakan. Adapun perlakuan dalam penelitian ini berdasarkan menurut Mohapatra dan Patra (2013), adalah sebagai berikut:

- A = 0% tepung lemna terfermentasi dalam formulasi pakan
 B = 5% tepung lemna terfermentasi dalam formulasi pakan

C = 10% tepung lemna terfermentasi dalam formulasi pakan

D = 15% tepung lemna terfermentasi dalam formulasi pakan

E = 20% tepung lemna terfermentasi dalam formulasi pakan

Dasar penentuan dosis penggunaan tepung lemna terfermentasi didasarkan pada penelitian Mohapatra dan Patra (2013) dengan dosis terbaik adalah 15%.

Pengumpulan data meliputi nilai total konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efficiency ratio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR) dan kelulushidupan (SR). Data kualitas air

yang diukur meliputi DO, pH, suhu, dan amonia.

Total Konsumsi Pakan

Total konsumsi pakan dihitung dengan menggunakan rumus Pereira *et al.* (2007) sebagai berikut:

$$TKP = F1 + F2 + \dots + Fn$$

Keterangan:

TKP = Total konsumsi pakan

F1 = Jumlah pakan hari pertama (g)

F2 = Jumlah pakan hari kedua (g)

Fn = Jumlah pakan hari ke-n (g)

Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dapat ditentukan dengan rumus Tacon (1987) sebagai berikut:

$$EPP = \frac{Wt - W0}{F} \times 100\%$$

Keterangan:

EPP = Efisiensi pemanfaatan pakan (%)

W_t = Bobot total ikan pada akhir penelitian (g)

W₀ = Bobot total ikan pada awal penelitian (g)

F = Jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

Protein Efisiensi Rasio

Nilai protein efisiensi rasio (PER) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Sogbesan *et al.* (2015) sebagai berikut:

$$PER = \frac{Wt - W0}{Pi} \times 100\%$$

Keterangan:

PER = Protein efisiensi rasio (%)

W_t = Bobot total ikan pada akhir penelitian (g)

W₀ = Bobot total ikan pada awal penelitian (g)

Pi = Jumlah pakan yang dikonsumsi x % protein pakan

Laju Pertumbuhan Relatif

Menurut Sogbesan *et al.* (2015), laju pertumbuhan relatif atau *relative growth rate* (RGR) ikan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RGR = \frac{Wt - W0}{W0 \times Wt} \times 100\%$$

Keterangan:

RGR = Laju pertumbuhan relatif (% per hari)

W_t = Bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)

W₀ = Bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)

t = Waktu pemeliharaan (hari)

Kelulushidupan

Kelulushidupan atau survival rate (SR) dihitung untuk mengetahui tingkat kematian kematian ikan uji selama penelitian, kelulushidupan dapat dihitung berdasarkan rumus Effendi (1997):

$$SR = \frac{Nt}{N0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Tingkat kelulushidupan ikan (%)

N_t = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

N_0 = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Parameter Kualitas Air

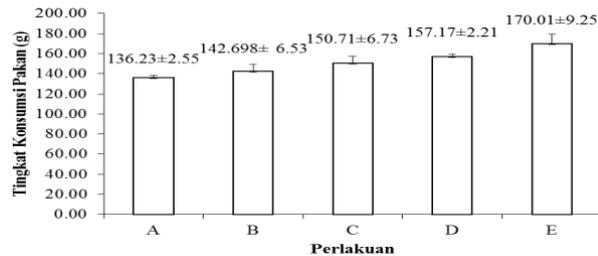
Parameter data kualitas air yang diukur meliputi DO, pH, suhu, amonia. DO diukur dengan menggunakan DO meter, pH diukur dengan pH meter, suhu diukur dengan termometer dan untuk pengukuran amonia, sampel air diukur di laboratorium teknik lingkungan, UNDIP.

Analisis Data

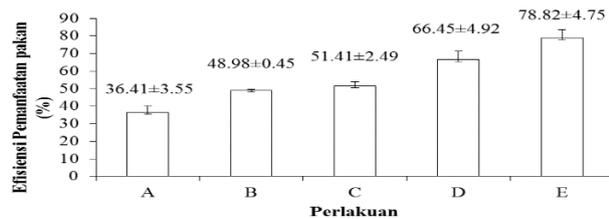
Data yang berbentuk persentase meliputi efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efficiency rasio (PER), laju pertumbuhan relative (RGR) dan kelulushidupan (SR) yang diperoleh harus dilakukan transformasi data terlebih dahulu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hanafiah (2000); Steel dan Torrie (1989), bahwa data yang berbentuk persen dan berkisar antara 0 – 30% atau 70 – 100% perlu dilakukan transformasi arcsin terlebih dahulu selanjutnya baru dilakukan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji additivitas guna memastikan bahwa data bersifat normal, homogen dan aditif. Data kemudian dianalisis ragam (uji F) pada taraf kepercayaan 95% untuk melihat pengaruhnya. Srigandono (1992) mengemukakan bahwa bila dalam analisis ragam diperoleh beda nyata ($P < 0,05\%$), maka dilakukan uji wilayah ganda Duncan. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian pengaruh penggunaan tepung lemna terfermentasi pada pakan buatan terhadap pemanfaatan pakan meliputi nilai TKP, EPP, PER; RGR; dan SR. Berdasarkan data total konsumsi pakan, efisiensi pemanfaatan pakan, protein efisiensi rasio, laju pertumbuhan relatif dan kelulushidupan pada ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) selama pemeliharaan dapat dibuat histogram pada Gambar 1, 2, 3, 4, dan 5.



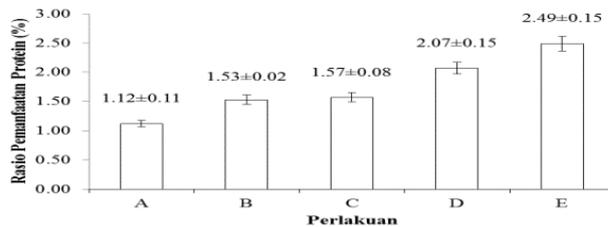
Gambar 1. Nilai Total Konsumsi Pakan Ikan Lele Dumbo (*C. gariepinus*)



Gambar 2. Nilai Efisiensi Pemanfaatan Pakan Ikan Lele (*C. gariepinus*)

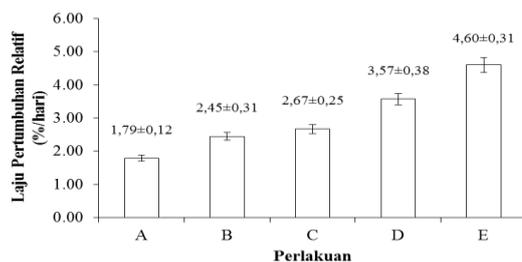
Berdasarkan hasil penelitian bahwa nilai tertinggi rata-rata TKP dan EPP pada perlakuan dosis 20% (E) sebesar $170,01 \pm 9,25$ g; dan $78,82 \pm 4,75$ sedangkan nilai rata-rata TKP dan EPP terendah pada

perlakuan dosis 0% (A) sebesar $136,23 \pm 2,55$ g; dan $36,41 \pm 3,55\%$.

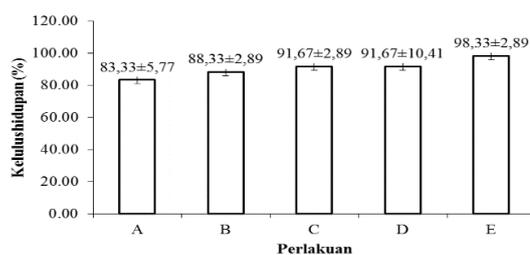


Gambar 3. Nilai Rasio Pemanfaatan Protein Ikan Lele (*C. gariepinus*)

Berdasarkan hasil penelitian nilai rata-rata PER tertinggi pada perlakuan dosis 20% (E) yaitu sebesar $2,49 \pm 0,15\%$; sedangkan nilai rata-rata PER terendah yaitu pada perlakuan dosis 0% (A) sebesar $1,12 \pm 0,11\%$.



Gambar 4. Nilai Laju Pertumbuhan Relatif Ikan Lele (*C. gariepinus*)

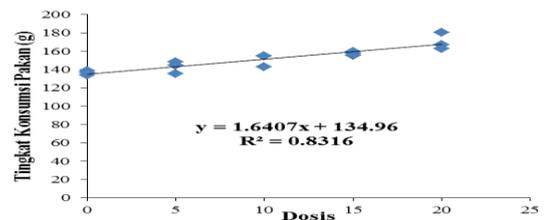


Gambar 5. Nilai Kelulushidupan Ikan Lele (*C. gariepinus*)

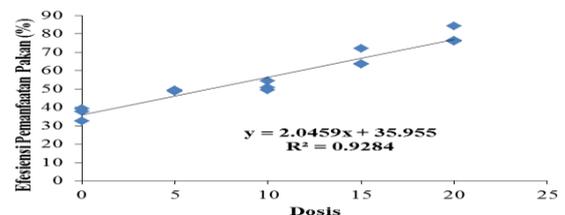
Berdasarkan hasil penelitian nilai rata-rata RGR dan SR yang tertinggi pada perlakuan dosis 20% (E) sebesar $4,60 \pm 0,31\%$ /hari dan $98,33 \pm 2,89\%$, sedangkan nilai rata-rata RGR dan SR yang terendah yaitu pada perlakuan

dosis 0% (A) sebesar $1,79 \pm 0,12\%$ /hari; dan $83,33 \pm 5,77\%$.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan tepung lemna terfermentasi pada pakan buatan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai TKP, EPP, PER dan RGR namun tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai SR, untuk mengetahui dosis optimal maka dilakukan uji polinomial ortogonal. Hasil uji polinomial ortogonal disajikan pada Gambar 6, 7, 8, dan 9.



Gambar 6. Polinomial Ortogonal Total Konsumsi Pakan

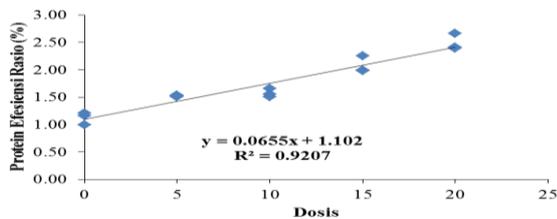


Gambar 7. Polinomial Ortogonal Efisiensi Pemanfaatan Pakan

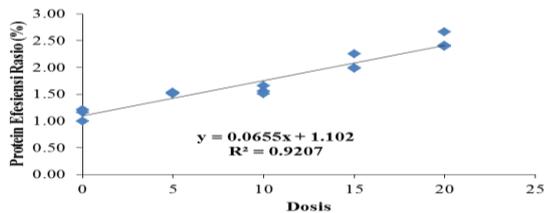
Berdasarkan hasil uji Polinomial Ortogonal pada TKP diperoleh hubungan yang berpola linier ($y = 1,6407x + 134,96$), $R^2 = 0,8316$. Nilai R^2 menunjukkan bahwa 83,16% TKP dipengaruhi oleh penggunaan tepung lemna terfermentasi dalam pakan buatan dan 16,84% dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Hasil uji polinomial ortogonal pada EPP diperoleh hubungan yang berpola linier ($y = 2,0459x + 35,955$), $R^2 = 0,9284$. Nilai R^2 menunjukkan

bahwa 92,84% EPP dipengaruhi oleh penggunaan tepung lemna terfermentasi dalam pakan buatan dan 7,16% dipengaruhi oleh faktor lainnya.



Gambar 8. Polinomial Ortogonal Efisiensi Protein Rasio



Gambar 9. Polinomial Ortogonal Efisiensi Protein Rasio

Berdasarkan Uji Polinomial Ortogonal pada PER diperoleh hubungan yang berpola linier ($y = 0,0655x + 1,102$), $R^2 = 0,9207$. Nilai R^2 menunjukkan bahwa 92,07% nilai PER dipengaruhi oleh penggunaan tepung lemna terfermentasi dalam pakan buatan dan 7,93% dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Hasil uji Polinomial Ortogonal pada RGR diperoleh hubungan yang berpola linier ($y = 0,1347x + 1,6667$), $R^2 = 0,9017$. Nilai R^2 menunjukkan bahwa 90,17% RGR dipengaruhi oleh penggunaan tepung lemna terfermentasi dalam pakan buatan dan 9,83% dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada media ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) selama

pemeliharaan sudah optimal dan sesuai kebutuhan ikan lele (Tabel 2).

Tabel 2. Parameter Kualitas Air selama Pemeliharaan

Parameter Kualitas Air	Kisaran Nilai Parameter Kualitas Air	Pustaka (Kelayakan)
Suhu (°C)	25-29	22 – 34 ^a
pH	6,1-7,5	6,0 – 9,0 ^a
DO (mg/l)	3,00-3,90	≥3 ^a
NH ₃ (mg/l)	0,0031-0,3037	<1 ^b

Keterangan: ^aMartudi dan Lilisti (2011); ^bElpawati *et al.* (2015)

Pemanfaatan Pakan

Berdasarkan hasil penelitian perlakuan penambahan tepung Lemna terfermentasi dalam pakan buatan dengan dosis 20% (E) menghasilkan tingkat konsumsi pakan ikan lele dumbo (*C.gariepinus*) lebih tinggi yaitu $170,01 \pm 9,25$ g. Hal ini diduga karena pakan yang dibuat pada dosis 20% memiliki bau yang lebih khas karena ada penambahan tingkat dosis tepung lemna yang difermentasi dengan probiotik, selain itu warna pakan lebih coklat (gelap) yang lebih disukai oleh ikan lele dumbo (*C.gariepinus*). Hal ini didukung oleh Pamungkas (2013), dan Abidin *et al.* (2015), bahwa perbedaan tingkat konsumsi pakan dapat dipengaruhi oleh kandungan pada pakan serta palatabilitas pakan yang ditentukan oleh rasa, bau dan warna yang merupakan faktor fisik dan kimia pakan.

Tingkat konsumsi pakan ikan lele dumbo (*C.gariepinus*) terendah pada perlakuan dosis 0% (A) yaitu $136,23 \pm 2,55$ g. Pakan buatan perlakuan ini tidak ditambah dengan lemna yang difermentasi dengan probiotik, sehingga bau pakan kurang dideteksi oleh ikan lele dumbo (*C.*

garipepinus). Hasil penelitian sesuai pernyataan Noviana *et al.* (2014), bahwa pakan yang diberi perlakuan probiotik lebih menarik aromanya dibandingkan dengan pakan yang tidak diberi perlakuan probiotik. Probiotik yang digunakan untuk memfermentasi tepung lemna mampu menghasilkan bau (aktraktan) dan cita rasa yang khas pada pakan yang dihasilkan, sehingga merangsang ikan untuk mendekati dan mengkonsumsi pakan yang diberikan.

Nilai EPP tertinggi pada perlakuan yang ditambahkan dengan tepung lemna fermentasi dengan dosis 20% (perlakuan E) yaitu $62,70\% \pm 3,43$, diduga karena adanya proses fermentasi yang dilakukan pada tepung lemna yang menyebabkan bakteri atau yeast masih aktif sehingga pakan buatan yang mengandung tepung lemna hasil fermentasi akan mengalami perombakan dari senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana. Proses penguraian bakteri dan yeast kemungkinan membuat pakan buatan dapat dimanfaatkan oleh tubuh ikan secara efisien dan efektif untuk pertumbuhan. Fadri *et al.* (2016) menyatakan bahwa probiotik terdapat berbagai mikroorganisme yang bermanfaat, yaitu *Laktobacillus* yang bermanfaat untuk memfermentasi bahan organik menjadi senyawa asam laktat, bakteri fotosintesis yang berfungsi menyerap gas-gas beracun dan panas dari proses fermentasi, ragi (*yeast*) yang mempunyai peran dalam memfermentasi bahan organik menjadi senyawa alkohol, gula dan asam amino dan *actinomyces* yang berfungsi untuk menghasilkan senyawa antibiotik yang bersifat toksik terhadap bakteri patogen dan

mampu melarutkan ion-ion fosfat dan ion-ion mikro lainnya. Warasto *et al.* (2013) dalam penelitiannya menyatakan protein tepung gulma air (kiambang) terfermentasi dalam pakan dipecah menjadi asam-asam amino yang lebih mudah diserap ikan sehingga kebutuhan nutriennya akan terpenuhi. Menurut Ananda *et al.* (2015) pakan ikan akan dikatakan baik apabila nilai efisiensinya lebih dari 50%.

Nilai efisiensi pemanfaatan pakan pada ikan lele dumbo (*C.garipepinus*) terendah pada perlakuan dosis 0% yaitu $37,10 \pm 2,12\%$. Pakan dengan dosis 0% tepung lemna terfermentasi (A) dan penggunaan 100% tepung bungkil kedelai diduga pakan lebih sulit untuk dicerna dan dimanfaatkan oleh tubuh ikan lele dumbo (*C.garipepinus*). Tidak adanya proses fermentasi yang dilakukan pada bahan baku, sehingga pakan buatan yang dihasilkan tidak mengalami penguraian atau perombakan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana, sehingga efisiensi pemanfaatan pakan lebih rendah. Arief *et al.* (2014) menyatakan bahwa efisiensi pakan yang rendah dipengaruhi aktivitas pencernaan yang tidak dibantu oleh adanya bakteri probiotik sehingga kurangnya penyerapan energi pada pakan untuk pertumbuhan ikan juga kurang sempurna. Menurut Greiner dan Konietzny (2011), asam fitat dapat menurunkan aktifitas enzim dalam saluran pencernaan, menurunkan kelarutan protein, serta menurunkan pencernaan protein. Mengakibatkan tidak adanya proses fermentasi pada pakan dosis 0% (A), mengakibatkan

asam fitat pada pakan tidak dapat dihilangkan.

Protein efficiency rasio (PER) merupakan nilai yang menunjukkan jumlah bobot ikan yang dihasilkan dari tiap unit berat protein dalam pakan dengan asumsi bahwa semua protein digunakan untuk pertumbuhan. Berdasarkan hasil penelitian nilai protein efisiensi rasio pemberian pakan dengan penambahan tepung lemna terfermentasi tertinggi pada dosis 20% (E) yaitu sebesar $2,49 \pm 0,15\%$. Berdasarkan uji proksimat, kandungan protein pakan yang dibuat memiliki kandungan protein yang hampir sama yaitu 32%, namun adanya perbedaan laju pertumbuhan relatif pada masing-masing perlakuan. Kandungan asam amino esensial pada perlakuan E memiliki kualitas yang sesuai dengan kebutuhan ikan lele, sehingga protein efisiensi rasionya lebih tinggi. Menurut Dewanji (1993), lemna mengandung asam amino esensial lisin sekitar 6,37% dan methionine sebanyak 1,72%. Menurut Trisnawati *et al.* (2014), kebutuhan lisin dan methionin untuk ikan lele yaitu 1,63% dan 0,74%. Berdasarkan hal tersebut kebutuhan asam amino esensial pada pakan E lebih bagus kualitasnya, sehingga PER perlakuan E lebih tinggi. Asam amino esensial sangatlah penting bagi tubuh ikan khususnya lisin dan methionin yang berfungsi untuk pertumbuhan dan pembentukan tulang ikan lele.

Nilai PER terendah didapat pada perlakuan tanpa pemberian tepung lemna dengan dosis 0% (A) sebesar $1,12 \pm 0,11\%$. Nilai pemanfaatan protein menurun seiring dengan pengurangan kadar substitusi tepung

lemna terfermentasi pada pakan. Hal ini diperkuat oleh Yilmas *et al.* (2004), bahwa pemanfaatan protein dan pertumbuhan menurun seiring pengurangan kadar substitusi lemna minor pada pakan. Kualitas protein lemna yang lebih bagus dibandingkan dengan tepung bungkil kedelai. Menurut Francis *et al.* (2001) sumber nutrisi seperti bungkil kedelai, tepung daun leucaena, dan wijen mengandung berbagai zat antinutritional. Pakan yang menggunakan sumber protein nabati dari tepung bungkil kedelai 100% (A) memiliki zat antinutrisi yang lebih tinggi dibanding pakan pada perlakuan lainnya, sehingga pakan sulit untuk diserap nutrisinya oleh tubuh ikan. Kemampuan ikan dalam mencerna protein dalam pakan akan berpengaruh terhadap nilai rasio efisiensi protein, sehingga dibutuhkan pakan dengan nutrisi berkualitas dan berkuantitas sesuai dengan kebutuhan ikan agar terjadi pertumbuhan yang maksimal.

Laju Pertumbuhan Relatif

Laju pertumbuhan ikan sangat bervariasi, tergantung dari faktor internal maupun faktor eksternal. Pertumbuhan ikan akan terjadi apabila ikan mengalami penambahan panjang atau bobot tubuh ikan dalam waktu tertentu. Selain itu pakan yang memiliki kualitas dan kuantitas yang baik juga berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan lele. Pertumbuhan yang diamati adalah hasil pengamatan laju pertumbuhan relatif Berdasarkan hasil analisa ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung lemna terfermentasi berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif ikan lele (*C. gariepinus*). Hasil laju

pertumbuhan relatif tertinggi terdapat pada penambahan tepung lemna terfermentasi dengan dosis 20% (E) dalam pakan yaitu $4,60 \pm 0,31\%$ /hari. Nilai laju pertumbuhan tertinggi pada perlakuan E ini diduga karena kualitas kandungan protein pakan dosis 20% (perlakuan E) lebih baik dibandingkan pakan lainnya. Menurut Abidin *et al.* (2015), meskipun nilai kandungan protein dalam pakan tinggi, namun pertumbuhannya rendah hal ini dikarenakan kualitas protein pakan tersebut tidak sesuai dengan kebutuhan ikan.

Selain itu proses fermentasi menggunakan probiotik pada tepung lemna kemungkinan masih ada beberapa bakteri, jamur atau yeast yang masih aktif, sehingga pakan yang dibuat dengan penambahan tepung lemna dosis 20% (E) lebih mudah untuk dicerna dan dimanfaatkan oleh tubuh ikan untuk pertumbuhan. Menurut Fadri *et al.* (2016), probiotik terdapat berbagai mikroorganisme yang bermanfaat, yaitu *Laktobacillus* yang bermanfaat untuk memfermentasi bahan organik menjadi senyawa asam laktat, bakteri fotosintesis yang berfungsi menyerap gas-gas beracun dan panas dari proses fermentasi, ragi (*yeast*) yang mempunyai peran dalam memfermentasi bahan organik menjadi senyawa alkohol, gula dan asam amino dan *actinomyces* yang berfungsi untuk menghasilkan senyawa antibiotik yang bersifat toksik terhadap bakteri patogen dan mampu melarutkan ion-ion fosfat dan ion-ion mikro lainnya. Menurut Patra (2005), penggunaan 30% pakan daun Lemna yang difermentasi menunjukkan pertumbuhan ikan mas (*Labeo rohita*) lebih efisien dalam

menghemat biaya dibanding tanpa menggunakan daun lemna yang difermentasi.

Kelulushidupan

Tingkat kelulushidupan ikan lele tertinggi pada dosis 20% (E) yaitu 98,33% dan terendah pada perlakuan dosis 0% (A) yaitu 83,33%. Penggunaan tepung lemna terfermentasi dengan dosis tertinggi menghasilkan nilai kelulushidupan yang tinggi juga. Sulawesty *et al.* (2014), menyatakan bahwa perlakuan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang diberi pakan lemna menghasilkan SR sebesar 70%, sedangkan ikan yang diberi pakan kontrol (tanpa lemna) kelangsungan hidupnya sebesar 60%. Selama pemeliharaan terjadi kematian beberapa ekor ikan pada seluruh perlakuan, kematian ikan lebih banyak terjadi pada hari pertama hingga hari kesepuluh pemeliharaan hal ini diduga karena stres selama pemeliharaan. Menurut Fadri *et al.* (2016), kematian ikan dapat disebabkan oleh faktor dalam seperti umur dan kemampuan ikan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan, dan faktor luar terdiri dari kondisi abiotik, kompetisi antara spesies, penambahan populasi ikan dalam ruang gerak yang sama, meningkatnya predator dan parasit, kekurangan makanan dan sifat-sifat biologis lainnya terutama yang berhubungan dengan penanganan dan penangkapan.

Kualitas Air

Berdasarkan kualitas air yang telah diamati selama pemeliharaan ikan lele selama 42 hari, kualitas air yang digunakan sudah optimal dan sesuai dengan kebutuhan ikan lele

dumbo (*C. gariepinus*). Nilai pada suhu dan oksigen terlarut perlakuan selama pemeliharaan berkisar 25-29°C dan 3,00-3,90 mg/l. Nilai variabel tersebut sudah sesuai untuk budidaya ikan lele. Hal ini didukung oleh pendapat Martudi dan Lilisti (2011), bahwa kualitas air yang dianggap baik untuk kehidupan lele adalah suhu untuk pemeliharaan 22-34 °C dan oksigen terlarut > 3 mg/l. Nilai pH yang diperoleh pada saat penelitian yaitu 6,1–7,5; hasil dari variabel tersebut masih dalam batas kelayakan. Hal ini didukung oleh Madinawati (2011), bahwa ikan lele dapat hidup pada kisaran pH 6,5–8. Hasil pengukuran amonia yang didapatkan sebesar 0,0031-0,3037 mg/l, yang dikategorikan masih dalam kisaran normal. Menurut Elpawati *et al.* (2015), kadar amonia dalam budidaya ikan lele dengan kisaran < 1 mg/l masih berada diatas batas optimum untuk pertumbuhan ikan lele.

Kesimpulan dan Saran

Penggunaan tepung lemna terfermentasi pada pakan buatan ikan lele dumbbo (*C. gariepinus*) memberikan pengaruh yang nyata terhadap total konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi rasio (PER) dan laju pertumbuhan relatif (RGR), namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kelulushidupan (SR).

Dosis tertinggi yaitu pada dosis 20% dari penggunaan tepung lemna terfermentasi menghasilkan nilai total konsumsi pakan yaitu 170,01±9,25 g, efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) sebesar 78,82±4,75%, efisiensi protein rasio (PER) sebesar

2,49±0,15% dan laju pertumbuhan relatif (RGR) sebesar 4,60±0,31%/hari.

Dosis optimum dari penggunaan tepung lemna terfermentasi terhadap total konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), efisiensi protein rasio (PER) dan laju pertumbuhan relatif (RGR) belum ditemukan titik optimumnya karena berdasarkan uji analisis ragam polinomial ortogonal didapatkan pola linier.

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan dosis lebih dari 20% penggunaan tepung lemna terfermentasi pada pakan ikan lele dumbbo.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada kepala Balai Benih Ikan (BBI) Siwarak, Semarang yang telah menyediakan tempat dan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abidin, Z., M. Junaidi, Paryono, N. Cokrowati, dan S. Yuniarti. 2015. Pertumbuhan dan Konsumsi Pakan Ikan Lele (*Clarias* sp.) yang Diberi Pakan Berbahan Baku Lokal. *Depik* 4(1): 33 – 39.
- Arief, M., N. Fitriani dan S. Subekti. 2014. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp.). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 6(1): 49 – 53.

- Arifin, Z., C. Kokarkin. dan T.P. Priyoutomo. 2007. *Penerapan Best Management Practices pada Budidaya udang Windu (Panaeus monodon, Fabricus) Intensif*. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya, Jepara.
- Crismadha, T. 2015. <http://lipi.go.id/berita/lemna-tumbuhan-air-limbah-yang-bisa-jadi-alternatif-pakan-ternak/10747>
- De Silva, S.S. 1987. Finfish Nutritional Research in Asia. *Proceeding of The Second Asian Fish Nutrition Network Meeting*. Heinemann, Singapore.
- Dewanji A. 1993. Amino Acid Composition of Leaf Protein Extracted from Some Aquatic Weeds. *J. Agric. Food Chem.* 41: 1232-1236.
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta.
- Ekasari, J. 2009. Teknologi Biotlok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 8(2): 117-126.
- Elpawati, D.R. Pratiwi, dan N. Radiastuti. 2015. Aplikasi Efective Microoganism 10 (EM₁₀) untuk Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. Sangkuriang) di Kolam Budidaya Lele Jombang, Tangerang. *Al-Kaunyah Jurnal Biologi* 8(1): 6-14.
- Fadri1, S., Z. A. Muchlisin, dan S. Sugito. 2016. Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup dan Daya Cerna Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Mengandung Tepung Daun Jaloh (*Salix Tetrasperma* Roxb) dengan Penambahan Probiotik EM-4. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* 1(2) :210-221.
- Francis, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2001. Antinutritional Factors Present in Plant-derived Alternate Fish Feed Ingredients and their Effects in Fish. *Aquaculture* 199: 197-227.
- Hanafiah, K., A. 2000. *Rancangan Percobaan Teori dan aplikasi*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Ilyas, A.P. 2014. Evaluasi Pemanfaatan Fitoremediator *Lemna perpusilla* sebagai Pakan Kombinasi dalam Pemberian Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [KKP]. 2013. Laporan Tahunan Direktorat Produksi Tahun 2013. <http://www.djpb.kkp.go.id/public/upload/download/Pustaka/06PUS TAKA/LAPTAH%20PRODUKSI%20%202013.pdf> .
- Madinawati , N.S., dan Yoel. 2011. Pemberian Pakan yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Media Litbang Sulteng* 4(2): 83 – 87.
- Martudil, S. dan Lilisti. 2011. Analisis Pemberian Pakan dengan Kadar Protein yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp). *Jurnal Agroqua* 9(1): 1-5.
- Mohapatra, S.B. dan A.K.Patra. 2013. Effect of Partial Replacement of Fishmeal with Duck Weed (*Lemna minor*) Feed On the Growth Performance of *Cyprinus carpio* Fry. *Journal of Agriculture and Veterinary Science* 4(2): 34-37.

- Noviana, P., Subandiyono, dan Pinandoyo. 2014. Pengaruh Pemberian Probiotik dalam Pakan Buatan terhadap Tingkat Konsumsi Pakan dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 3(4): 183 – 190.
- Pamungkas, W. 2013. Uji Palatabilitas Tepung Bungkil Kelapa Sawit yang Dihidrolisis dengan Enzim Rumen dan Efek terhadap Respon Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus* Sauvage). *Berita Biologi* 12(3): 359 – 366.
- Patra, A.K. 2015. Evaluation of the Duckweed (*Lemnaminor*) Meal as Partial Replacement for Fish Meal on the Growth Performance of *Labeorohita* (Ham.) fry. *European Journal of Experimental Biology* 5(10):18 – 23.
- Pereira, L., Riquelme, T., dan Hosokawa, H. 2007. Effect of There Photoperiod Regimes on the Growth and Mortality of the Japanese Abalone (*Haliotis discus hanaino*). *Skripsi*. Kochi University, Aquaculture Department, Laboratory of Fish Nutrition, Japan.
- Pomeroy, R.S., Parks, J.E., dan Balboa, C.M. 2006. Farming the Reef: is Aquaculture a Solution for Reducing Fishing Pressure on Coral Reef. *Marine Policy* 30:111-130.
- Rahmawan, H., Subandiyono, dan Arini, E. 2014. Pengaruh Penambahan Ekstrak Pepaya dan Ekstrak Nanas Terhadap Tingkat Pemanfaatan Protein Pakan dan Pertumbuhan Lobster Air Tawar (*Cherax Quadricarinatus*). *J. Of Aquaculture Management and Technology* 3 (4): 75-83.
- Revi, N.Y., Basri, dan Elfrida. 2013. Evaluasi Penggunaan Pakan Berbasis Bahan Baku Lokal terhadap Nilai Nutrien pada Ikan Nila (*O. niloticus*). *J.Perikanan dan Kelautan* 2(1): 1-9.
- [SNI] 01- 6484.2 – 2000. Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* x *C.fuscus*) Kelas Benih Sebar. BSN, Jakarta.
- Sogbesan, O.A, Onoja, C.F., Adedeji, H.A., dan Idowu, T.A. 2015. Utilization of Treated Duckweed Meal (*Lemna pausicostata*) as Plant Protein Supplement in African Mud Catfish (*Clarias gariepinus*) Juvenile Diets. *Fisheries and Aquaculture Journal* 6(4): 1 – 5.
- Steel, R.G.D., dan Torrie, J.H. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Sulawesty, F., Chrismadha, T., dan Mulyana, E. 2014. Laju Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) dengan Pemberian Pakan Lemna (*Lemna perpusilla* Torr.) Segar pada Kolam Sistem Aliran Tertutup. *Jurnal Limnotek* 21 (2):177-184.
- Tacon, A.E.J. 1987. *The Nutrition and Feeding Formed Fish and Shrimp. a Training Manual Food and Agriculture*. United Nation, Brazil.
- Trisnawati, Y., Suminto, dan Sudaryono, A. 2014. Pengaruh Kombinasi pakan buatan dan Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of*

- Aquaculture Management and Technology* 3(2): 86 – 93.
- Warasto, Yulisman, dan Fitriani, M. 2013. Tepung Kiambang (*Salvinia molesta*) Terfermentasi sebagai Bahan Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 1(2): 173 – 183.
- Yılmaz, E., Akyurt, I., dan Gunal, G. 2004. Use of Duckweed, *Lemna minor*, as a Protein Feedstuff in Practical Diets for Common Carp, *Cyprinus carpio*, Fry. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 4(1): 105-109.
- Yuniwati, M., Iskarima, F., dan Padulemba, A. 2012. Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos dari Sampah Organik dengan cara Fermentasi Menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi* 5(2): 172-181.
- Yunus, T., Hasim, dan Tulyo, R. 2014. Pengaruh Padat Penebaran Berbeda terhadap Pertumbuhan Beih Ikan Lele Sangkuriang di Balai Benih Ikan Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 2(3): 130 – 134.
- Zahidah, Gunawan, W., dan Subhan, U. 2012. Pertumbuhan Populasi *Daphnia* sp. yang Diberi Pupuk Limbah Budidaya Karamba Jaring Apung (KJA) di Waduk Cirata yang Telah Difermentasi EM. *Jurnal Akuatika* 3(1):84 – 94.

**PENGARUH PROPORSI TEPUNG IKAN DAN TEPUNGKEONG MAS
(*Pomacea canaliculata*) YANG BERBEDA SEBAGAI BAHAN BAKU
UTAMA PEMBUATAN PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN BENIH
UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*)**

Tari Putri Anggraini*¹, Siti Hudaidah, dan Deny Sapto Chondro Utomo*²

ABSTRACT

*Feed is the main source of nutrients to support vannamei shrimp growth. The high cost of feed in operational costs due to the high raw material price of fish meal, limited availability, while the demand is high. Therefore it is necessary to find alternative materials that are low in price, have a high enough protein content and abundant availability such as golden snail flour. The purpose of this study was to analyze the effect of different proportion of fish meal and mashed snail (*Pomacea canaliculata*) as the main feedstock for the growth of shrimp vannamei (*Litopenaeus vannamei*). The experimental design used in this study was Completely Randomized Design (RAL) consisting of 5 treatments, namely A (57.18% use of fish meal in feed), B (42.89% use of fish meal, 14.30% mashed flour), C (28.59% fish meal usage, 28.59% mashed snail), D (Use of 14.30% fish meal, 42.89% mashed snail), and E (Use 57.18% golden snail flours). This study shows that the addition of mashed snail flour in the feed can increase the growth of absolute weight, the daily weight of vannamei shrimp, and can decrease the value of FCR.*

Keywords: vannamei shrimp, fish flour, mashed snail flour, absolute weight growth, daily growth rate

Pendahuluan

Dalam budidaya udang vannamei, pakan merupakan sumber nutrisi utama untuk menunjang pertumbuhan udang vannamei. Pakan buatan dikembangkan untuk mengatasi masalah ketersediaan pakan bagi kegiatan budidaya secara berkesinambungan. Mudjiman (2004) menyatakan bahwa tujuan penggunaan pakan buatan adalah

untuk meningkatkan produksi dengan waktu pemeliharaan yang singkat, ekonomis, dan masih memberikan keuntungan meskipun padat penebarannya tinggi. Biaya untuk pakan dalam budidaya udang vannamei lebih dari 60 % dari biaya operasional. Tingginya biaya yang berasal dari pakan ini dikarenakan mahalnya bahan baku penyuplai protein (Kartadinata *et al.*, 2011). Bahan baku yang digunakan dalam

¹ E-mail: tariputri04@gmail.com

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

pembuatan pakan udang sebagian besar adalah bahan pakan impor seperti tepung ikan. Tepung ikan secara umum dianggap sebagai bahan baku pembuat pakan yang memiliki kandungan protein yang paling baik, karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, dan kandungan asam amino esensial yang mirip dengan kebutuhan sebagian besar spesies ikan (Houlihan *et al.*, 2001). Selain itu ketersediaan tepung ikan di Indonesia masih terbatas dan sulit diperoleh sedangkan permintaan akan tepung ikan tinggi yang menyebabkan harganya menjadi mahal.

Berdasarkan pada hal tersebut perlu dicari alternatif untuk mengurangi pemakaian tepung ikan dalam pembuatan pakan udang, yaitu dengan memanfaatkan sumber protein lainnya yang mempunyai kandungan cukup tinggi, namun dengan tidak mengurangi nilai gizi yang terkandung dalam pakan yang akan dibuat. Diantara beberapa bahan baku yang memiliki nilai protein cukup tinggi dan belum banyak digunakan dalam pembuatan pakan udang adalah tepung keong mas. Tepung keong mas dalam bobot kering memiliki kadar protein 44,13%. Sutikno (2011) menyatakan bahwa keong mas juga memiliki kandungan asam amino yang hampir setara dengan tepung ikan, sehingga tepung keong mas diharapkan bisa mengurangi penggunaan tepung ikan dalam pembuatan pakan buatan dan menekan biaya produksi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh proporsi tepung ikan dan tepung keong mas (*Pomacea canaliculata*) yang berbeda sebagai bahan baku utama pembuatan pakan terhadap

pertumbuhan benih udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*).

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Basa Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Juni-Juli 2017 selama 40 hari. Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian yaitu sterofom ukuran 60 x 40 x 30 cm³ 15 buah, aerator, bower, timbangan digital, DO meter, pH meter, thermometer, refraktometer, *scoop net*, alat pencetak pellet, ember, udang vannamei PL 11, tepung keong mas, tepung ikan, tepung kedelai, tepung jagung, tepung tapioka, minyak ikan, minyak jagung, dan premix.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Berikut adalah 5 perlakuan selama penelitian:

- A = Penggunaan 57,18 % Tepung ikan dalam pakan
- B = Penggunaan 42,89 % Tepung ikan, 14,30 % tepung keong mas dalam pakan
- C = Penggunaan 28,59 % Tepung ikan, 28,59 % tepung keong mas dalam pakan
- D = Penggunaan 14,30 % Tepung ikan, 42,89 % tepung keong mas dalam pakan
- E = Penggunaan 57,18 % Tepung keong mas dalam pakan.

Penelitian dimulai dengan penyusunan formulasi pakan yang disesuaikan dengan kebutuhan udang vannamei, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Pakan Penelitian untuk Benih Udang Vannamei

Bahan Pakan	Perlakuan (%)				
	A	B	C	D	E
Tepung Ikan	57,18	42,89	28,59	14,30	0,00
Tepung Keong Mas	0,00	14,30	28,59	42,89	57,18
Tepung Kedelai	28,59	28,59	28,59	28,59	28,59
Tepung Jagung	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23
Tepung Tapioka*	7	7	7	7	7
Minyak Ikan**	2	2	2	2	2
Minyak Jagung**	1	1	1	1	1
Premix***	2	2	2	2	2
Jumlah	100	100	100	100	100

Keterangan:

*) Nurlisa *et al.*, 2016

**) Rachmawati dan Istiyanto, 2015

***) Prawira *et al.*, 2014

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah:

Pertumbuhan bobot mutlak

$$Wm = Wt - Wo$$

Wm = Pertumbuhan mutlak (mg)

Wt = Berat rata-rata benih udang pada akhir penelitian (mg)

Wo = Berat rata-rata benih udang pada awal penelitian (mg)

Laju pertumbuhan bobot harian

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

GR = Laju pertumbuhan bobot harian (mg/hari)

Wt = Berat rata-rata benih udang pada hari ke-t (mg)

Wo = Berat rata-rata benih udang pada hari ke-0 (mg)

t = Waktu pemeliharaan (hari)

Tingkat kelangsungan hidup

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

SR = Tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*) (%)

Nt = Jumlah benur yang hidup di akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah total benur di awal penebaran (ekor)

Feed Conversion Rasio (FCR)

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

FCR = *Feed Conversion Rasio*

F = Jumlah pakan yang diberikan selama masa pemeliharaan (mg)

Wt = Bobot biomassa udang pada akhir pemeliharaan (mg)

Wo = Bobot biomassa udang pada awal pemeliharaan (mg)

Serta kualitas air yang meliputi pH, DO, suhu, dan salinitas.

Data yang diperoleh kemudian diuji homogenitas, setelah data homogen selanjutnya dianalisa dengan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh dari setiap perlakuan. Selanjutnya untuk melihat perbedaan antra perlakuan dilakukan uji jarak berganda Duncan dengan taraf 5 %.

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji proksimat, pengamatan terhadap pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan bobot harian, tingkat kelangsungan hidup, dan *Feed Conversion Rasio* (FCR), serta kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 2, 3, dan 4.

Tabel 2. Data Proksimat Tiap Pakan Tepung Ikan dan Tepung Keong Mas

Parameter	Tepung Ikan dan Tepung Keong Mas				
	Pakan A	Pakan B	Pakan C	Pakan D	Pakan E
Air	11,34	11,11	11,30	11,05	11,06
Abu	10,34	11,79	10,65	12,32	13,65
Protein	36,76	36,64	37,44	36,92	35,01
Lemak	7,67	6,44	7,64	7,59	6,41
Serat Kasar	16,96	16,63	16,55	16,91	16,24
Karbohidrat	16,93	17,39	16,42	15,21	17,63

Tabel 3. Pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan bobot harian, tingkat kelangsungan hidup, dan Feed Conversion Rasio (FCR)

Parameter	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Pertumbuhan Bobot Mutlak (mg)	76,44± 2,78 ^b	82,00 ^a	84,67± 1,33 ^a	83,11 ±3,01 ^a	83,33± 1,15 ^a
Laju Pertumbuhan Bobot Harian (mg/hari)	1,91±0 ,06 ^b	2,05 ^a	2,12±0 ,03 ^a	2,08± 0,07 ^a	2,08±0 ,02 ^a
SR (%)	98±2 ^a	97,33± 3,05 ^a	96,67± 3,05 ^a	96±3, 46 ^a	96±4 ^a

FCR	2,43±0 ,07 ^b	2,24±0 ,05 ^a	2,17±0 ,01 ^a	2,22± 0,07 ^a	2,22±0 ,03 ^a
-----	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%.

Tabel 4. Kualitas air pada wadah pemeliharaan udang vannamei

Parameter	Kisaran	Nilai Optimum
Suhu (°C)	26 – 27	28 – 32 ¹
Salinitas (ppt)	30	29 – 34 ²
DO (Oksigen Terlarut) (ppm)	4,36 – 6,61	3 – 8 ³
pH	7 – 8	7,5 – 8 ¹

Keterangan: ¹(Atjo, 2009); ²(SNI, 2006); ³(Fegan, 2003).

Dari hasil analisis proksimat diperoleh hasil protein tertinggi terdapat pada perlakuan C yaitu sebesar 37,44 %, diikuti oleh perlakuan D, A, dan B sebesar 36,92 %, 36,76 %, dan 36,64 %, serta yang terkecil perlakuan E sebesar 36,01 %. Nilai kandungan yang tidak merata diduga disebabkan pada saat proses pencampuran pakan kurang merata karena dilakukan secara manual, sehingga menyebabkan hasil dari uji proksimat menjadi tidak merata.

Benih udang vannamei memerlukan karbohidrat dalam jumlah relative kecil, hal ini disebabkan benih udang vannamei mengalami pertumbuhan yang pesat sehingga lebih banyak membutuhkan protein, karbohidrat optimal untuk pertumbuhan benih udang vannamei lebih rendah dari 20 % (Wardiningsih, 1999).

Pakan buatan yang diberikan pada setiap perlakuan mempunyai kandungan nutrisi yang berbeda-beda, sehingga mempengaruhi laju pertumbuhan yang berbeda. Perbedaan komposisi pakan yang

diberikan menghasilkan perbedaan rerata pertambahan berat ikan (Dani *et al.*, 2005).

Berdasarkan uji homogenitas, pertumbuhan bobot mutlak benih udang vannamei menunjukkan data bersifat homogen. Selanjutnya hasil analisis sidik ragam penggunaan tepung keong mas dalam pakan menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak benih udang vannamei ($P < 0,05$), dan berdasarkan uji lanjut Duncan perlakuan pakan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C, D, dan E.

Bomboe dan Rodriquez (1995), telah membandingkan asam amino esensial daging udang vannamei dengan asam amino daging keong mas mempunyai *Essential Amino Acid Index* (EAAI) sekitar 0,84. Tubuh udang dapat menerima bahan pakan yang mengandung kesamaan profil asam amino yang sesuai dengan tubuh udang. Oleh sebab itu, tepung keong mas merupakan bahan pakan dengan kandungan protein yang baik dan dapat digunakan sebagai pengganti tepung ikan pada ransum pakan udang vannamei. Dapat disimpulkan penambahan tepung keong mas dalam pakan benih udang vannamei dapat meningkatkan pertumbuhan bobot mutlak, karena memiliki kesamaan kandungan asam amino esensial.

Berdasarkan uji homogenitas, pertumbuhan bobot harian benih udang vannamei menunjukkan data bersifat homogen. Selanjutnya hasil analisis sidik ragam penggunaan tepung keong mas dalam pakan menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot harian benih udang vannamei ($P < 0,05$), dan berdasarkan uji lanjut Duncan

perlakuan pakan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C, D, dan E, dan perlakuan B, C, D, dan E tidak berbeda nyata.

Hasil pertumbuhan bobot harian tidak berbeda dengan hasil pertumbuhan bobot mutlak, bahwa penambahan tepung keong mas dalam pakan, meningkatkan pertumbuhan bobot harian benih udang vannamei, karena tepung keong mas memiliki kesamaan profil asam amino esensial dengan benih udang vannamei (Bomboe dan Rodriquez, 1995).

Menurut Novianti *et al.*, (2012) faktor yang paling mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup benih udang vannamei adalah kualitas air pada media pemeliharaan dan kualitas pakan. kualitas air yang baik pada media pemeliharaan akan mendukung proses metabolisme dan fisiologi. Kualitas pakan dilihat berdasarkan kandungan nutrisi yaitu protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Adanya kematian pada benih udang vannamei pada masing-masing perlakuan disebabkan karena pada saat dilakukan sampling udang vannamei melompat keluar dari wadah pemeliharaan. Menurut Jayanto *et al.*, (2013) jika terganggu udang dapat melompat sejauh 20 – 30 cm dengan ketinggian sekitar 10 – 100 cm menghindari dari gangguan, dan bahkan udang dapat melompat tinggi melebihi perairan jika merasa terancam.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, penambahan keong mas dalam pakan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak dan harian benih udang vannamei. Nilai FCR pada penelitian ini berbanding terbalik dengan pertambahan bobot benih udang

vannamei, hal ini sesuai dengan pernyataan Riani *et al.* (2012) bahwa nilai FCR berbanding terbalik dengan penambahan bobot, sehingga semakin rendah nilainya maka semakin efisien udang dalam memanfaatkan pakan yang dikonsumsi untuk pertumbuhan. Menurut Ardita *et al.* (2015) efisiensi pakan dapat dicapai bila pembesaran ikan/udang memperhatikan manajemen pemberian pakan, sebab pakan yang dikonsumsi organisme budidaya pada gilirannya akan digunakan untuk tumbuh. Oleh karena itu, pakan yang kurang dari kebutuhan minimal organisme budidaya untuk mempertahankan bobot badan akan berakibat penurunan bobot akibat cadangan makanan dalam tubuh digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi aktivitasnya. Pemberian pakan yang tepat, baik kualitas maupun kuantitas dapat memberikan pertumbuhan yang optimum bagi udang. Pemberian pakan dalam jumlah berlebihan akan meningkatkan biaya produksi dan pemborosan serta menyebabkan sisa pakan yang berlebihan yang berakibat pada penurunan kualitas air sehingga berpengaruh pada sintasan udang (Wyban dan Sweeny, 1991).

Pada penelitian ini hasil pengamatan kualitas air dalam media pemeliharaan secara keseluruhan telah memenuhi persyaratan bagi kehidupan udang sehingga menghasilkan tingkat kelangsungan hidup yang tidak berbeda nyata.

Kesimpulan dan Saran

Penggunaan tepung keong mas sebesar 14,30 – 57,18 % dalam pakan dapat meningkatkan pertumbuhan

bobot mutlak dan menurunkan nilai FCR udang vannamei.

Daftar Pustaka

- Ardita, N., A. Budihardjo, dan S.L.A. Sari. 2015. Pertumbuhan dan Rasio Konversi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Probiotik. *Bioteknologi* 1(12): 16 – 21.
- Atjo, H. 2009. *Budidaya Udang Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*). Dinas Kelautan dan Perikanan Daerah Provinsi Sulawesi Tengah, Sulawesi Tengah.
- Bomboe T., S. Fukumoto, dan E.M. Rodriguez. 1995. Penggunaan Keong Mas, Singkong dan Jagung Sebagai Pakan Untuk Udang Harimau di kolam (*Penaeus monodon*). *Jurnal Aquaculture* 2(2): 128 – 133.
- Dani, P.D., A. Budiharjo, dan S. Listyawati. 2005. Komposisi Pakan Buatan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kandungan Protein Ikan Tawes (*Puntius javanicus* Blkr.). *Jurnal BioSMART* 7(2): 83 – 90.
- Fegan, D.F. 2003. *Budidaya Udang Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*). Asia Gold Coin Indonesia Specialities, Jakarta.
- Houlihan, D., T. Boujard, dan M. Jobling. 2001. *Food Intake in Fish*. Blackwell Science, UK.
- Jayanto, B.B., N.B. Aziz, dan H. Boesono. 2013. Analisis Produksi dan Keragaman Usaha Garuk Udang di Perairan Kota Semarang. *Jurnal Saintek Perikanan* 10(2): 57 – 65.
- Kartadinata, A., A. Setiawan, dan T. Herawati. 2011. Pengaruh

- Substitusi Tepung *Skeletonema costatum* dalam Pakan Buatan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Juvenil Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 2(2): 1 – 8.
- Mudjiman, A. 2004. *Makanan Ikan Edisi Revisi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Novianti, R.K., S.R. Boedi, dan Y. Cahyono. 2012. Pengaruh Pengkayaan *Artemia spp.* dengan Kombinasi Minyak Kedelai dan Minyak Ikan Salmon terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Kepiting Bakau (*Scylla paramamosain*). *Journal of Marine and Coastal Science* 1(2): 125 – 139.
- Nurlisa, D., B. Putri, dan S. Hudaidah. 2016. Penambahan Tepung *Spirulina sp.* Dalam Pakan Untuk Peningkatan Intensitas Warna, Pertumbuhan dan Sintasan Benih Ikan Nemo (*Amphiprion percula*) yang dipelihara Indoor. *Skripsi*. Universitas Lampung, Lampung.
- Prawira, M.A., A. Sudaryono, dan D. Rachmawati. 2014. Penggantian Tepung Kepala Lele Terhadap Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Juvenil Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Manajemen Akuakultur dan Teknologi* 3(4): 1 – 8.
- Rachmawati, D. dan I. Samidjan. 2015. *Performan Laju Pertumbuhan Relatif dan Kelulushidupan Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) melalui Substitusi Tepung Ikan dengan Silase Tepung Cacing Tanah (Lumbricus rubellus)*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Riani, H., R. Rita, dan W. Lili. 2012. Efek Pengurangan Pakan Terhadap Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) PL-21 yang Diberi Bioflok. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3(3): 207 – 211.
- Standar Nasional Indonesia 01 – 7252. 2006. *Benih Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) Kelas Benih Sebar*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Sutikno, E. 2011. *Pembuatan Pakan Buatan Ikan Bandeng*. Pusat Penyuluh Kelautan dan Perikanan, Jepara.
- Wardiningsih. 1999. *Materi Pokok Teknik Pembenihan Udang*. Universitas Terbuka, Jakarta.
- Wyban, J.A. dan J. Sweeney. 1991. *Intensif Shrimp Production Technology*. Honolulu Hawaii, USA dalam Atjo, H. 2009. *Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. Dinas Kelautan dan Perikanan, Sulawesi Tengah.

EVALUASI KESESUAIAN PERAIRAN UNTUK BUDIDAYA IKAN BETUTU *Oxyeleotris marmorata* (BLEEKER, 1852) DI DESA RANTAU JAYA MAKMUR SUNGAI WAY PEGADUNGAN KECAMATAN PUTRA RUMBIA KABUPATEN LAMPUNG TENGAH

Rara Diantari*¹, Abdullah Aman Damai, dan Leoni Dian Pratiwi*²

ABSTRACT

Way Pegadungan is a tributary of Way Seputih, has a length of 35.31 km and a river width of 50 to 70 meters. Way Pegadungan is very potential for aquaculture but has not been used optimally. This research was held in March - May 2018 using a descriptive quantitative method aimed at assessing the level of suitability of the waters by knowing the physical and chemical parameters for the cultivation of betutu fish. The data used primary data, namely the parameters of water suitability in the form of water quality values, while the secondary data is in the form of research location maps. Water suitability analysis was carried out using matching and scoring methods. The range of data obtained is depth: 6-7 m, brightness: 37,5-55 cm, temperature: 28-29°C, pH: 7-8,21, dissolved oxygen: 4,02-6,73 mg / l, current : 0,14-0,16 m / s, nitrate: 0,16-0,21 mg / l, phosphate: 0,01-0,025 mg / l, ammonia: 0,01-0,065 mg / l, organic matter: 6,7-10,76 mg / l. Sampling stations were 4 stations determined by the global positioning system (GPS). At the first and fourth points get moderately suitable (S2) and at the second and third points get marginal suitable (S3).

Keywords: Way Pegadungan River, Ikan Betutu, Water Suitability

Pendahuluan

Ikan betutu merupakan salah satu jenis ikan air tawar spesies asli Indonesia (*indigenous species*) yang banyak digemari masyarakat, memiliki nilai jual yang tinggi dan dipercaya memiliki berbagai manfaat bagi manusia. Ikan betutu cukup digemari oleh masyarakat karena dagingnya yang lembut, berwarna putih dan tidak banyak duri (Sumawidjaja *et al.*, 1993). Daging

Ikan betutu yang rata-rata mengandung protein (9 - 22%), lemak (0,1 - 20%), mineral (1 - 3%), vitamin, lecithin, guanin dan sedikit mengandung kolesterol (Arief *et al.*, 2009).

Way Pegadungan merupakan anak sungai Way Seputih. Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Pegadungan memiliki luas 32.039 Ha atau 6,45% dari luas total keseluruhan DAS Way Seputih. DAS Way Pegadungan memiliki panjang sungai

¹ E-mail: rara.diantari@fp.unila.ac.id

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

utama 35,31 km dan lebar sungai 50 m (BPDAS Way Seputih-Sekampung, 2009). Berdasarkan kondisi tersebut, Way Pegadungan merupakan wilayah yang potensial untuk kegiatan perikanan. Namun potensi Way Pegadungan disektor perikanan belum dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat sekitar, selama ini pemanfaatan Way Pegadungan hanya sebagai sumber air irigasi perkebunan dan pertanian masyarakat.

Untuk meningkatkan pendapatan masyarakat serta memanfaatkan potensi perikanan di Way Pegadungan dapat dilakukan kegiatan budidaya Ikan betutu yang dipelihara keramba jaring apung. Salah satunya, Ikan betutu mempunyai potensi besar sebagai komoditas ekspor ke berbagai negara (Nyuwan, 2000). Apabila kegiatan budidaya Ikan betutu belum dikembangkan maka, dikhawatirkan akan menurunkan populasi dan mengancam kelestariannya. Kesesuaian perairan berperan sangat penting dalam menunjang keberhasilan budidaya, dimana setiap daerah memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ini untuk mengevaluasi kesesuaian perairan untuk budidaya Ikan betutu di daerah Way Pegadungan.

Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Mei 2018 yang bertempat di Way Pegadungan Kecamatan Putra Rumbia Kabupaten Lampung Tengah Provinsi Lampung. Analisis data yang akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Jurusan

Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Tanjung Karang.

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif. Pengamatan terhadap kualitas perairan yang meliputi parameter fisika dan kimia di perairan sungai Way Pegadungan Kecamatan Putra Rumbia Kabupaten Lampung Tengah Provinsi Lampung. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari data primer dan sekunder. Data primer meliputi suhu, pH, arus, kecerahan, kedalaman, DO, bahan organik, fosfat, nitrat dan amonia. Sedangkan pengumpulan data sekunder meliputi peta rupa bumi dan data citra. Penentuan titik pengamatan dirancang dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada 4 stasiun dengan pengulangan sebanyak 3 kali yang mewakili semua kondisi perairan lokasi penelitian. Koordinat pengambilan sampel dicatat dengan bantuan *Global Positioning System* (GPS) dengan format (latitude; longitude). Stasiun I berada di kordinat (4° 48' 14,53" LS 105° 39' 16,15" BT), Stasiun II berada di kordinat (4° 48' 53,92" LS 105° 38' 49,9" BT), Stasiun III berada di kordinat (4° 49' 32,45" LS 105° 38' 15,84" BT), Stasiun IV berada di kordinat (4° 47' 31,61" LS 105° 39' 5,26" BT), dilakukan satu kali selama penelitian.

Analisis kesesuaian perairan dilakukan berdasarkan kualitas air sesuai dengan yang dibudidayakan

dengan analisis metode *matching* dan *scoring*. Beberapa parameter fisika yang diukur adalah sebagai berikut:

- a. Kedalaman perairan dapat diukur dengan menggunakan tali berskala dan pemberat.
 - b. Kecerahan atau transparansi air yang dapat diukur dengan menggunakan secchi disk.
 - c. Pengukuran suhu perairan air yang dapat diukur dengan menggunakan termometer
- Semua parameter fisika tersebut diukur secara langsung (*in situ*) pada tiap titik sampling di Sungai Way Pegadungan, kemudian dicatat hasil yang didapatkan dari hasil pengukuran yang ada.

Beberapa parameter kimia yang diukur adalah sebagai berikut:

- a. Oksigen terlarut (DO) yang dapat diukur dengan *Multiparameter*
- b. Derajat keasaman (pH) yang dapat diukur dengan menggunakan *Multiparameter*
- c. Phospat (PO₄) pengukuran fosfat dilakukan dilaboratorium Kualitas Air, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Tanjung Karang
- d. Nitrat (NO₃-N) pengukuran nitrat dilakukan dilaboratorium Kualitas Air, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Tanjung Karang.

- e. Amonia (NH₃) pengukuran amonia dilakukan dilaboratorium Kualitas Air, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Tanjung Karang
- f. Bahan Organik pengukuran bahan organik dilakukan dilaboratorium Kualitas Air, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Tanjung Karang.

Tingkat dari kesesuaian perairan menurut Trisakti (2003), dapat dibagi menjadi empat kelas, yaitu: 1) Kelas S1: Sangat Sesuai (Highly Suitable) Nilai 85-100% 2) Kelas S2: Cukup Sesuai (Moderately Suitable) Nilai 75- 84% 3) Kelas S3: Sesuai Marginal (Marginally Suitable) Nilai 65-74% 4) Kelas N: Tidak Sesuai (Not Suitable) Nilai < 65% Berdasarkan karakteristik kualitas perairan dan dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Skor total} = \frac{\text{Skor total}}{\text{Skor total max}} \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Umum Sungai Way Pegadungan

Way Pegadungan memiliki panjang sungai utama 35,31 km dan lebar sungai 50 sampai dengan 70 meter. Kedalaman way pegadungan bisa mencapai lebih dari 15 meter pada saat musim hujan, dikarenakan air yang berasal dari daerah hulu (sungai way bungur) masuk kedalam

sungai sehingga membuat sungai menjadi banjir, dimana daerah yang seharusnya daratan akan tergenang oleh air sungai. Way pegadungan merupakan terusan dari aliran sungai Way Bungur. Kurang lebih sekitar 2 jam kita dapat menuju kelaut lepas. Terdapat tutupan lahan disekitar areal sungai Way Pegadungan, pada bagian timur merupakan daerah hutan lindung way kambas dan pada bagian barat rawa-rawa, lahan basah dan areal persawahan.

Kedalaman Sungai Way Pegadungan

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat penelitian diketahui kedalaman perairan di Sungai Way Pegadungan berdasarkan hasil skoring mendapatkan nilai yang cukup baik untuk mendukung kegiatan budidaya Ikan betutu. Nilai kedalaman pada Sungai Way Pegadungan berkisar 6 sampai 7 meter dengan rata-rata 6,5 meter. Pada pengambilan sampel pertama nilai kedalaman sungai Way Pegadungan berkisar 6 sampai dengan 7 meter dikarenakan sungai pada saat pengambilan pertama memasuki musim hujan sehingga air yang berasal dari berbagai daerah mengalir menuju sungai way pegadungan sehingga sungai mengalami volume air yang tinggi membuat daratan disekitar sungai

tergenang oleh air, namun kedalaman terendah pada pengambilan sampel pertama terdapat pada titik kedua dikarenakan inlet dan outlet persawahan, sehingga terjadi pendangkalan sungai akibat erosi yang berasal dari tanah maupun lumpur persawahan. Sedangkan titik tertinggi pada pengambilan sampel pertama terdapat pada titik ketiga dikarenakan merupakan daerah rawa-rawa.

Pada pengambilan sampel kedua nilai kedalaman sungai Way Pegadungan berkisar 5,5 sampai dengan 6,7 meter dikarenakan pada saat pengambilan sampel kedua memasuki musim kemarau dimana pada daerah sekitar sungai tergenang air sungai mengakibatkan kedalaman sungai menjadi surut sedangkan pada pengambilan sampel ketiga nilai kedalaman sungai Way Pegadungan 6,4 sampai dengan 6,95 meter, kedalaman air sungai menjadi naik dikarenakan pada sehari sebelumnya keadaan sekitar sungai mengalami hujan selama seminggu tanpa henti.

Menurut Kordi (2013) nilai optimum untuk kedalaman adalah sekitar 1,5 sampai dengan 8 meter. Hasil kedalaman yang berbeda-beda pada masing-masing stasiun disebabkan oleh keadaan kontur tanah pada dasar sungai. Kedalaman perairan sangat berpengaruh terhadap kualitas air di perairan tersebut.



Gambar 1. Hasil pengamatan kedalaman Sungai Way Pegadungan

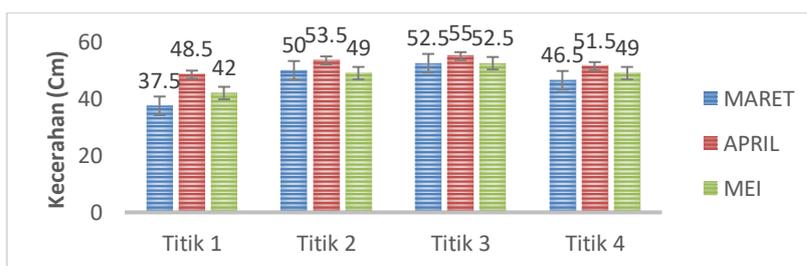
Kecerahan

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat penelitian dapat diketahui kecerahan di Sungai Way Pegadungan cukup baik untuk mendukung budidaya ikan betutu. Nilai kecerahan di Sungai Way Pegadungan berkisar 37,5 sampai 55 cm dengan rata-rata 48,95 cm. Nilai kecerahan tertinggi berada pada lokasi pengambilan sampel titik ketiga pengulangan kedua sedangkan nilai kecerahan terendah pada lokasi pengambilan sampel titik pertama pengulangan pertama.

Pengambilan sampel pertama dilakukan pada bulan Maret dengan nilai kecerahan berkisar antara 37,5 sampai dengan 52,5 cm hal ini dikarenakan musim hujan yang dapat membuat arus sungai menjadi deras sehingga sedimen tanah yang ikut aliran sungai membuat sungai berwarna coklat pekat. Pada titik pertama mendapatkan nilai terendah yaitu 37,5 cm dikarenakan pada titik tersebut merupakan hulu sungai

dimana sedimen pada dasar sungai dari berbagai daerah sungai yang terbawa masuk kedalam sungai Way Pegadungan sedangkan titik kecerahan tertinggi terdapat titik ketiga yaitu 52,5 cm dikarenakan daerah rawa-rawa. Sedangkan pada pengambilan sampel kedua pada bulan April nilai kecerahan mulai meningkat air sungai tidak berwarna coklat keruh namun pada pengambilan sampel ketiga pada bulan Mei nilai kecerahan menurun dikarenakan terjadi hujan selama seharian penuh.

Kecerahan adalah sebagian cahaya yang diteruskan kedalam air. Kecerahan di perairan dapat juga dipengaruhi oleh bahan-bahan halus yang melayang-layang dalam air seperti plankton, detritus, jasad renik, lumpur dan pasir (Lesmana, 2004). Menurut Kordi (2013), kecerahan yang baik bagi usaha budidaya ikan betutu berkisar 30-50 cm yang diukur menggunakan *secchi disk*.



Gambar 2. Hasil Pengamatan Kecerahan Sungai Way Pegadungan

Suhu

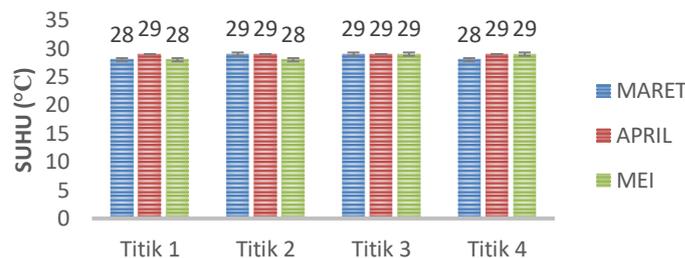
Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat penelitian diketahui suhu pada Sungai Way Pegadungan sangat baik untuk mendukung budidaya ikan betutu. Nilai suhu pada Sungai Way Pegadungan berkisar antara 28 – 29 °C dengan nilai rata-rata 28,6 °C.

Suhu perairan sangat berhubungan dengan kemampuan pemanasan oleh sinar matahari, waktu dan lokasi. Suhu pada pengambilan sampel pertama bulan Maret dan pengambilan sampel ketiga bulan Mei cenderung dingin ataupun sedang hal ini dikarenakan adanya musim penghujan pada bulan pengambilan

tersebut sedangkan pada pengambilan sampel kedua pada bulan April cenderung panas hal tersebut dikarenakan terjadinya musim kemarau atau tidak adanya hujan selama seminggu lebih.

Menurut Kordi (2013) suhu juga dipengaruhi oleh ketinggian dari permukaan laut (dpl). Ikan betutu

adalah salah satu ikan rawa-rawa yang hidup pada perairan relatif panas dengan suhu $>24^{\circ}\text{C}$. Ikan yang hidup di rawa-rawa tumbuh dengan baik pada suhu antara $25-32^{\circ}\text{C}$ bahkan pada suhu 35°C , ikan-ikan yang hidup di rawa masih dapat tumbuh dengan baik.



Gambar 3. Hasil Pengamatan Suhu Sungai Way Pegadungan

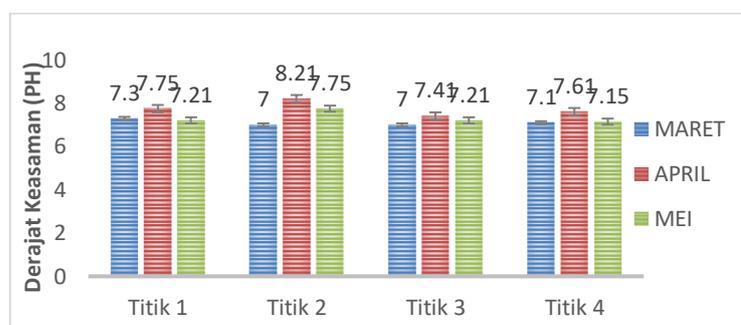
Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat penelitian diketahui pH pada Sungai Way Pegadungan sangat baik untuk mendukung kegiatan budidaya ikan betutu. Nilai pH yang didapatkan pada Sungai Way Pegadungan berkisar antara 7 – 8,21 dengan nilai rata-rata 7,39. Nilai pH pengambilan sampel pertama pada bulan Maret sampai dengan pengambilan sampel ketiga pada bulan Mei cenderung stabil hal ini dipengaruhi oleh buangan feses ikan dalam KJA, rawa-rawa, saluran inlet outlet persawahan dan laju fotosintesis namun pada titik kedua pH cenderung basa dikarenakan pada titik tersebut merupakan daerah aliran inlet dan outlet persawahan dimana pupuk yang digunakan dapat ikut terbawa kedalam sampai kealiran sungai. Pada aliran sungai Way Pegadungan musim hujan ataupun musim kemarau tidak mempengaruhi pH terlalu

terlihat. Menurut Effendi (2003) menyatakan batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi tergantung pada suhu, oksigen terlarut, dan kandungan garam-garam lonik suatu perairan. Kebanyakan perairan alami pH berkisar antara 6-9 dan sebagian besar biota perairan sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Nilai pH sangat menentukan dominasi fitoplankton. Hubungan antara pH air dan kehidupan ikan budidaya jika pH di bawah 4,5 maka air bersifat racun bagi ikan dikarenakan ikan sangat sensitif terhadap parasit maupun bakteri. Sedangkan pH di atas 9 membuat ikan akan mengalami pertumbuhan yang lambat. pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Kisaran yang baik untuk budidaya ikan betutu ada 7,0 – 8,7 namun pada pH 5,5 – 6,5 betutu masih hidup dan tumbuh (Kordi, 2013).

Pada pH yang rendah kandungan oksigen terlarut akan berkurang. Akibatnya, konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernapasan naik

dan selera makan berkurang. Pada pH rendah keanekaragaman plankton dan bentos mengalami penurunan.



Gambar 4. Hasil Pengamatan Derajat Keasaman (pH) Sungai Way Pegadungan

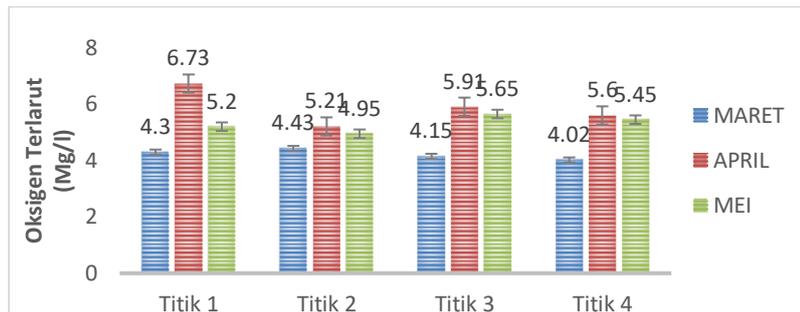
Oksigen Terlarut (DO)

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat penelitian diketahui oksigen terlarut di Sungai Way Pegadungan sangat baik untuk mendukung budidaya ikan betutu. Kadar oksigen terlarut Sungai Way Pegadungan cenderung stabil berkisar antara 4,02-6,73 mg/l dengan nilai rata-rata 5,13 mg/l. Nilai oksigen tertinggi berada pada lokasi pertama ulangan kedua sedangkan nilai oksigen terlarut terendah pada lokasi pengambilan sampel titik keempat ulangan pertama.

Pada pengambilan sampel pertama bulan Maret terjadi musim penghujan dimana mempengaruhi nilai DO menjadi rendah walaupun masih dalam nilai baku mutu namun pada pengambilan sampel kedua dan ketiga pada bulan April hingga Mei nilai DO cenderung stabil hal ini dikarenakan pada pengambilan sampel cenderung memasuki musim kemarau. Selain itu juga nilai DO dipengaruhi oleh kedalaman, jika kedalaman bertambah maka akan

terjadi penurunan oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan sebagai pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik ataupun anorganik.

Ikan betutu merupakan ikan yang tahan hidup di perairan yang kualitasnya buruk, termasuk kandungan oksigen yang minim. Betutu masih bertahan hidup pada perairan dengan kandungan oksigen 2 ppm. Namun, betutu tumbuh dengan baik pada perairan dengan kandungan oksigen >3 ppm (Kordi, 2013). Karena itu budidaya betutu dapat dilakukan di berbagai lingkungan perairan dan wadah budidaya. Namun demikian, pada perairan yang minim oksigen, ikan terus bergerak naik turun untuk mengambil oksigen secara langsung dari udara. Pergerakan ikan yang terus menerus akan menguras energi, sehingga pertumbuhan ikan terhambat.



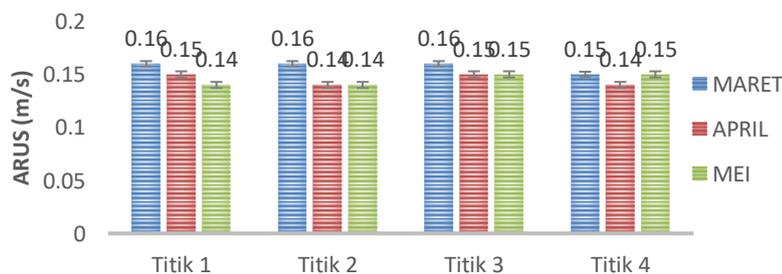
Gambar 5. Hasil Pengamatan Oksigen Terlarut (DO) Sungai Way Pegadungan

Arus

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat penelitian diketahui arus pada Sungai Way Pegadungan sangat baik untuk mendukung kegiatan budidaya ikan betutu. Nilai arus pada Sungai Way Pegadungan berkisar antara 0,14-0,16 m/s dengan nilai rata-rata 0,14 m/s. Nilai arus tertinggi pada pengambilan sampel dengan pengulangan pertama dikarenakan pada pengambilan tersebut pada musim hujan sedangkan nilai arus terendah pada pengambilan sampel dengan pengulangan ketiga dikarenakan pada pengambilan tersebut sudah memasuki musim kemarau.

Kecepatan arus $>0,21$ m/s dapat mempengaruhi keramba jaring apung. Kuatnya arus dapat menyebabkan

bergesernya posisi rakit. Selain itu faktor cuaca dan kuatnya angin di lokasi tersebut mempengaruhi kecepatan arus. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kordi (2013) dengan arus sangat membantu proses pertukaran air dalam keramba. Adanya arus air berfungsi untuk membersihkan timbunan sisa-sisa metabolisme ikan, membawa oksigen terlarut yang sangat dibutuhkan oleh ikan, mendistribusikan unsur hara secara merata, dan mengurangi organisme penempel (*biofouling*) (Ghufran, 2010). Arus sangat mempengaruhi penyebaran ikan, hubungan arus terhadap penyebaran ikan adalah arus yang mengalihkan telur-telur dan anak-anak ikan dan daerah pemijahan kedaerah pembesaran dan kedaerah tempat mencari makan.



Gambar 6. Hasil Pengamatan Arus Sungai Way Pegadungan

Nitrat

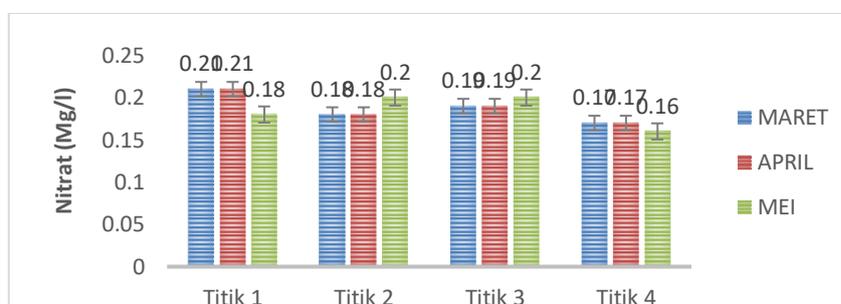
Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat

penelitian diketahui kandungan nitrat pada Sungai Way Pegadungan berkisar antara 0,16 – 0,21 mg/l

dengan nilai rata-rata 0,18 mg/l. Kandungan nitrat tertinggi berada pada titik pertama pengulangan pertama dan kedua sedangkan kandungan nitrat terendah berada pada titik ketiga pengulangan ketiga. Nitrat adalah hasil akhir dari oksigen dan nitrogen dalam perairan.

Hasil tersebut bila dibandingkan dengan standar baku mutu air PP. No 82 Tahun 2001 untuk kegiatan budidaya ikan air tawar, masih sangat

jauh dari batas yang ditentukan yaitu 10 mg/l. Namun hal ini tentunya harus mendapatkan perhatian karena kadar nitrat yang lebih dari 0,2 mg/l dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi perairan, dan selanjutnya dapat menyebabkan blooming sekaligus merupakan faktor faktor pemicu bagi pesatnya pertumbuhan air seperti eceng gondok. Kadar nitrat yang lebih dari 5 mg/l menggambarkan telah terjadinya pencemaran.

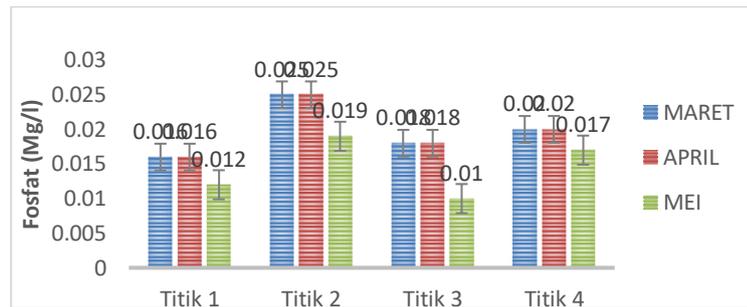


Gambar 7. Hasil Pengamatan Nitrat Sungai Way Pegadungan

Phospat

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat penelitian phospat pada kolam budidaya di Sungai Way Pegadungan didapatkan berkisar antara 0,01-0,025 mg/l dengan rata-rata 0,018 mg/l. Kandungan phospat tertinggi berada pada titik sampel kedua pengulangan pertama dan kedua, sedangkan kandungan terendah berada pada titik pengambilan sampel ketiga dengan pengulangan ketiga. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 Baku mutu konsentrasi maksimum phospat yang layak untuk kehidupan biota sungai adalah 0,2 sampai 5 mg/l.

Kesuburan suatu perairan menjadi salah satu faktor penunjang dalam penentuan kualitas suatu perairan. Senyawa phospat merupakan zat hara yang dijadikan perujuk kesuburan perairan dan dibutuhkan organisme dalam pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Senyawa phospat dibutuhkan untuk mendukung organisme perairan terutama fitoplankton. Salah satu faktor yang mempengaruhi kadar phospat adalah masuknya limbah yang banyak mengandung fosfat, limbah jenis ini umumnya banyak berasal dari kegiatan-kegiatan penduduk dan tentu akan mempengaruhi kehidupan dalam perairan.



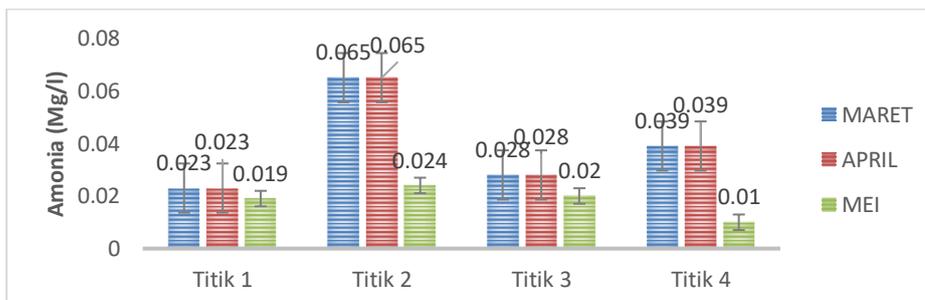
Gambar 8. Hasil Pengamatan Phospat Sungai Way Pegadungan

Amonia

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat penelitian di ketahui kandungan amonia pada Sungai Way Pegadungan berkisar antara 0,01-0,065 mg/l dengan nilai rata-rata 0,031 mg/l. Kandungan amonia tertinggi pada pengambilan sampel titik kedua sedangkan kandungan amonia terendah pada pengambilan sampel titik keempat. Pada pengambilan sampel kedua yang dimana merupakan daerah inlet dan outlet persawahan yang dimana pada daerah ini banyak terkandung pupuk yang berasal dari persawahan, hal ini sama dengan pernyataan Boyd (1982) bahwa kadar amonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpasan pupuk pertanian. Amonia (NH₃) dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam

air. Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan jamur (amonifikasi). Sumber amonia adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan domestik. Amonia yang terdapat dalam mineral masuk ke badan air melalui erosi tanah.

Selama pengamatan yang telah dilakukan oleh Asep *et al* (2017) bahwa diperoleh bahwa ikan betutu dapat mengambil udara langsung dari atas permukaan air. Kebiasaan ini diduga menjadi penyebab benih betutu tahan terhadap kondisi media yang buruk, karena dapat mengambil oksigen langsung dari udara. Hal ini menunjukkan bahwa betutu dapat hidup dalam kondisi amonia relatif tinggi.



Gambar 9. Hasil Pengamatan Amonia Sungai Way Pegadungan

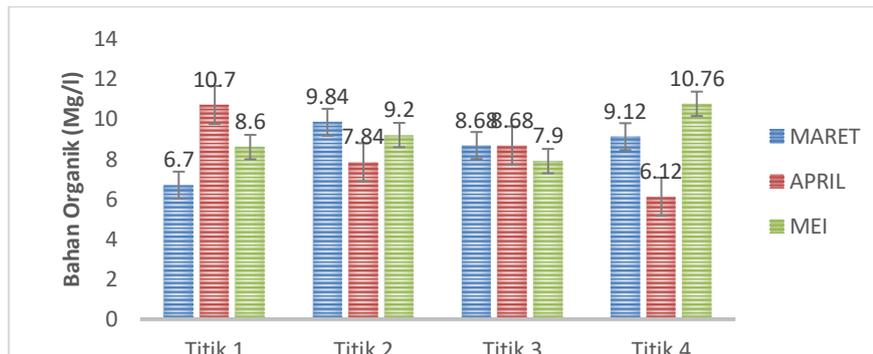
Bahan Organik

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengambilan sampel pada saat penelitian kandungan bahan organik pada Sungai Way Pegadungan berkisar antara 6,7-10,76 mg/l dengan nilai rata-rata 8,67 mg/l. Kandungan bahan organik tertinggi terdapat pada pengambilan sampel titik keempat sedangkan kandungan bahan organik terendah terdapat pada pengambilan sampel titik pertama. Bahan organik terlarut total atau Total Organic Matter (TOM) menggambarkan kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (particulate) dan koloid. Bahan organik merupakan bahan bersifat kompleks dan dinamis nberasal dari sisa tanaman dan hewan yang terdapat di dalam tanah yang mengalami perombakan. Bahan ini terus-menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi. Dekomposisi bahan organik di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain susunan residu, suhu, pH, dan ketersediaan zat hara dan oksigen (Rakhman, 1999).

Menurut Ryadi (1984), perairan dengan kandungan bahan organik yang lebih kecil dari pada 10 mg/L dikategorikan sebagai perairan yang bersih. Bahan organik yang terkandung dalam suatu perairan berada dalam bentuk tersuspensi, koloid, terlarut, maupun dalam bentuk partikulat. Tinggi rendahnya kadar bahan organik pada suatu

perairan dikarena daerah dapat berupa rawa-rawa dan ditumbuhi vegetasi air yang banyak memasok serasah. Pergerakan air yang lemah serta adanya aliran inlet dari sungai lain, juga menunjang tingginya komponen debu dan liat pada sedimen yang akan banyak menyimpan bahan organik. Sedimen dengan ukuran partikel lebih halus umumnya memiliki kandungan bahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran partikel yang lebih besar. Semakin halus partikel substrat semakin besar kemampuannya menjebak bahan organik.

Kadar bahan organik sedimen mencirikan tingkat kesuburan suatu perairan. Kadar bahan organik <17% (dari berat sedimen kering) menunjukkan tipe oligotrof, sedangkan kadar bahan organik >30% mencirikan tipe eutofik. Bahan organik merupakan sumber nutrient yang penting, yang sangat dibutuhkan oleh organisme perairan. Melalui proses dekomposisi oleh organisme pengurai, bahan organik di perairan akan dirombak untuk menjadi bahan anorganik sebagai nutrient penting diperairan. Selanjutnya nutrient tersebut akan dipergunakan dalam proses produksi oleh produsen perairan dan sangat menentukan produktivitas primer di perairan tersebut. Suplai bahan organik selain dari daratan juga merupakan hasil metabolisme organisme perairan (Fortes, 1990).



Gambar 10. Hasil Pengamatan Amonia Sungai Way Pegadungan

Tabel 1. Kesesuaian Perairan Pada Sungai Way Pegadungan (Lokasi 1)

Variabel	Hasil Sampel	Angka Penilaian (A)	Bobot (B)	Skor (A) x (B)
Kedalaman (meter)	6,5	3	3	9
Arus (m/s)	0,15	5	3	15
Oksigen terlarut (mg/l)	5,4	3	3	9
Suhu (°C)	28	5	2	10
pH	7,42	5	2	6
Amonia (mg/l)	0,02	5	2	10
Phospat (mg/l)	0,014	3	2	6
Kecerahan (cm)	42,6	5	1	5
Nitrat (mg/l)	0,2	1	1	1
Bahan Organik (mg/l)	8,6	5	1	5
Total Skoring				76
Nilai Skor (%)				76%

Tabel 2. Kesesuaian Perairan Pada Sungai Way Pegadungan (Lokasi 2)

Variabel	Hasil Sampel	Angka Penilaian (A)	Bobot (B)	Skor (A) x (B)
Kedalaman (meter)	5,9	3	3	9
Arus (m/s)	0,14	5	3	15
Oksigen terlarut (mg/l)	4,86	3	3	9
Suhu (°C)	28	5	2	10
pH	7,65	5	2	10
Amonia (mg/l)	0,05	1	2	2
Phospat (mg/l)	0,023	1	2	2
Kecerahan (cm)	50,8	5	1	5
Nitrat (mg/l)	0,18	1	1	2
Bahan Organik (mg/l)	8,96	5	1	5
Total Skoring				69
Nilai Skor (%)				69%

Tabel 3. Kesesuaian Perairan Pada Sungai Way Pegadungan (Lokasi 3)

Variabel	Hasil Sampel	Angka Penilaian (A)	Bobot (B)	Skor (A) x (B)
Kedalaman (meter)	6,7	3	3	9
Arus (m/s)	0,15	5	3	15
Oksigen terlarut (mg/l)	5,2	3	3	9
Suhu (°C)	29	3	2	6
pH	7,20	5	2	10
Amonia (mg/l)	0,02	5	2	10
Phospat (mg/l)	0,015	1	2	2

Kecerahan (cm)	53	3	1	3
Nitrat (mg/l)	0,19	1	1	1
Bahan Organik (mg/l)	8,42	5	1	5
Total Skoring				70
Nilai Skor (%)				70%

Tabel 4. Kesesuaian Perairan Pada Sungai Way Pegadungan (Lokasi 4)

Variabel	Hasil Sampel	Angka Penilaian (A)	Bobot (B)	Skor (A) x (B)
Kedalaman (meter)	6,7	3	3	9
Arus (m/s)	0,14	5	3	15
Oksigen terlarut (mg/l)	5,02	3	3	9
Suhu (°C)	28	5	2	10
pH	7,28	5	2	10
Amonia (mg/l)	0,02	3	2	6
Phospat (mg/l)	0,019	3	2	6
Kecerahan (cm)	49	5	1	5
Nitrat (mg/l)	0,16	1	1	1
Bahan Organik (mg/l)	86	5	1	5
Total Skoring				76
Nilai Skor (%)				76%

Parameter yang diamati dalam menentukan kesesuaian perairan antara lain parameter fisika (kedalaman, kecerahan, suhu) dan parameter kimia (DO, pH, nitrat, fosfat). Parameter tersebut merupakan faktor pembatas dalam kegiatan budidaya ikan betutu. Dari hasil pembobotan dan skoring pada Tabel 5, 6, 7 dan 8 memperlihatkan nilai skor kesesuaian bagi budidaya ikan betutu pada lokasi 1 sebesar 76%, lokasi 2 sebesar 69%, lokasi 3 sebesar 70% dan lokasi 4 sebesar 76%. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah didapatkan pada lokasi pengambilan sampel pertama dan keempat mendapatkan nilai skoring cukup sesuai, sedangkan pada pengambilan sampel kedua dan ketiga mendapatkan nilai skoring sesuai marginal. Menurut Trisakti (2003) bahwa ikan betutu di perairan tersebut sangat perlu mendapat sedikit perhatian agar pada daerah tersebut dapat dijadikan lokasi budidaya ikan betutu, dikarenakan daerah ini

mempunyai pembatas-pembatas yang lumayan serius.

Pembatas-pembatas tersebut merupakan faktor kimia yang berupa nilai phospat, nitrat dan amonia. Kadar-kadar yang bersifat kimia tersebut mendapatkan nilai dibawah baku mutu. Nitrat, amonia dan pospat sampai batas tertentu tampaknya terbatas jumlahnya hampir pada semua ekosistem air tawar. Tinggi rendahnya kandungan nitrat dan amonia yang terdapat di suatu perairan diperkirakan dipengaruhi oleh parameter kualitas perairan, dalam hal ini yang mempengaruhi diperkirakan adalah kandungan oksigen terlarut. Hal ini sesuai dengan Yuliana (2012) bahwa jika oksigen terlarut di perairan rendah maka akan mempengaruhi kegiatan mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik. Salah satunya terjadi proses denitrifikasi yaitu proses mikrobiologi dimana ion nitrat amonia diubah menjadi molekul nitrogen (N₂). Akibatnya kandungan unsur hara yang dapat dimanfaatkan

akan menurun, sedangkan tinggi rendahnya kadar fosfat pada perairan sungai diduga karena adanya pengaruh dari buangan limbah industri dan limbah domestik dari lingkungan sekitar sungai. Hasil analisa kandungan fosfat yang melebihi ambang batas sehingga namun kisaran konsentrasi fosfat di perairan masih dalam batas yang dapat ditolerir oleh fitoplankton. Senyawa fosfat dalam perairan dapat berasal dari sumber alami seperti erosi dari tanah, buangan dari hewan, limbah industri, domestik dan pelapukan tumbuhan atau perairan itu sendiri.

Total skor yang didapatkan pada masing-masing stasiun masuk dalam kategori S2 yaitu cukup sesuai. Selain itu, hasil pada lokasi 3 juga terdapat rawa-rawa dan hutan lindung. Rawa-rawa dan hutan lindung merupakan tempat organisme mencari makan, tempat pemijahan dan tempat pembesaran. Tingginya produktivitas yang terdapat di rawa-rawa dan hutan lindung memungkinkan perairan tersebut dalam kondisi baik hal itu dibuktikan dengan adanya beberapa keramba tradisional maupun KJA disekitar aliran Sungai Way Pegadungan.

Kedalaman perairan merupakan faktor yang sangat penting untuk kemudahan dalam usaha pembesaran dan membantu proses budidaya yang akan dilakukan. Kandungan nitrat yang ada pada kolam budidaya di Sungai Way Pegadungan sangat rendah yang berimbas pada kelimpahan plankton, sehingga dapat mempengaruhi ketersediaan pakan alami didaerah tersebut karena nitrat merupakan nutrisi yang diperlukan

bagi tumbuhan air terutama fitoplankton (Setiawati, 2010).

Kesimpulan dan Saran

Sungai Way Pegadungan tergolong pada kesesuaian perairan kelas cukup sesuai (S2) untuk budidaya ikan betutu pada lokasi pengambilan sampel pada titik pertama dan keempat sedangkan pada lokasi pengambilan sampel pada titik kedua dan ketiga mendapatkan nilai kesesuaian perairan kelas marginal (S3) sehingga perairan tersebut memerlukan penanganan lebih lanjut untuk kadar nitrat dan amonia apabila digunakan untuk kegiatan budidaya ikan betutu.

Daftar Pustaka

- Arief, M., Triasih, L., dan Lokapirnasih, W.P. 2009. Pengaruh pemberian pakan alami dan pakan buatan terhadap pertumbuhan benih ikan betutu (*Oxyeleotris marmoratus*, Bleeker). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* I: 57-60.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Sekampung. 2009. *Karakteristik DAS Way Seputih*. Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Sekampung, Bandar Lampung.
- Boyd, C, E. 1990. *Water Quality in Pond Culture*. Auburn University Agricultural, Alabama.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius, Jakarta.
- Fortes, M.D. 1990. *Seagrass Resources of East Asia: Research Status, Environmental Issues and Management Perspective dalam Proceed. of the first*

- ASEAMS Symp. On SEAMS and Environ. Protect. (ASEAM/UNEP ed.), UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 116: 135 – 143.
- Ghufron, M. 2010. *Pemeliharaan Ikan Kerapu di Keramba Jaring Apung*. Akademia, Jakarta.
- Imam, A., Herawati, T., dan Yustiati, A. 2017. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmoratus*, Bleeker) yang diberi pakan hidup dan pakan buatan di Keramba jaring apung Waduk Cirata. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Vol VIII no 1*. Universitas Padjajaran, Bandung.
- Kordi, M.G.H. 2013. *Panduan Lengkap Bisnis dan Budidaya Ikan (*Oxyeleotris marmoratus*, Bleeker)*. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Lesmana. 2004. *Kualitas air untuk ikan hias air tawar*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Nyuwan, S.B. 2000. *Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmoratus*, Bleeker) masih menangkap dari alam*. Trubus. Juli 2000.
- Rakhman, A. 1999. *Studi Penyebaran Bahan Organik Pada Berbagai Ekosistem Di Perairan Pantai Pulau Bonebatang*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Ryadi Slamet. 1984. *Pencemaran Air*. Karya Anda, Surabaya.
- Setiawan, 2010. *Pengaruh Kedalaman Perairan Terhadap Kualitas Perairan*. PT. Kanisius, Yogyakarta.
- Setiawan, 2010. *Pengaruh Kedalaman Perairan Terhadap Kualitas Perairan*. PT. Kanisius, Yogyakarta.
- Sumawidjaja, K., Effendi, I., dan Sudrajat, A.O. 1993. *Pakan bagi larva Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmoratus*, Bleeker) dua minggu di awal hidupnya*. Lembaga Penelitian, IPB, Bogor.
- Trisakti, B. 2003. *Pemanfaatan Penginderaan Jauh Untuk Budidaya Perikanan Pantai*. Teknologi Penginderaan Jauh dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Lautan. Bab 4. LAPAN, Jakarta.
- Yuliana. 2012. Keterkaitan Antara Kelimpahan Zooplankton dengan Fitoplankton dan Parameter Fisika- Kimia di Perairan Jalilolo Halmahera Barat. *Maspari Journal* 6(1): 25 - 31.

e-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 360137

e-ISSN: 2597-5315



9 772597 531021