

Respon Imun Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Terinfeksi Bakteri (*Aeromonas hydrophila*) Dengan Penambahan Vitamin C Pada Pakan

Dewa Ayu Angga Pebriani ^{a*}, Ni Putu Putri Wijayanti ^a, Putu Eka Sudaryatma ^b, Octovianus ^b

^a Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Kampus Udayana Bukit Jimbaran, Bali

^b Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I Denpasar, Bali

* Penulis koresponden. Tel.: +62-812-496-97965

Alamat e-mail: pebriani@unud.ac.id

Diterima (received) 11 April 2022; disetujui (accepted) 14 Juli 2022; tersedia secara online (available online) 1 Desember 2022

Abstract

Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the freshwater fish commodities with important economic value. However, in tilapia aquaculture, the emergence of disease was one of the problems that affect the quality and quantity of aquaculture production. One of the diseases that often appears was infection with *Aeromonas hydrophila* bacteria. This problem is expected to be overcome by giving vitamin C in fish feed. Through the provision of vitamin C, it will be able to increase the fish's immune system which is directly related to the fish's ability to prevent or treat disease attacks that arise, especially from *Aeromonas hydrophila* bacteria. The aim of this study was to determine the response of vitamin C to the immune system of fish infected with *Aeromonas hydrophila* so that the best dose was known that could be applied in the treatment of *Aeromonas hydrophila* bacteria attack. The study was conducted using an experimental method with a completely randomized design (CRD) consisted of 2 controls, namely positive control and negative control, and 3 treatments with different doses of vitamin C. Based on the hematological test, the results showed that the content of white blood cells, red blood cells, and hemoglobin were still in the normal range for all treatments. Treatment E with a dose of 450 mg/kg vitamin C was able to increase the immune system of tilapia infected with *Aeromonas hydrophila* bacteria, shown from the content of white blood cells, red blood cells and hemoglobin in the highest treatment E compared to other treatments.

Keywords: *Oreochromis niloticus*; *Aeromonas hydrophila*; vitamin C; hematology

Abstrak

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas ikan air tawar bernilai ekonomis penting. Namun dalam kegiatan budidaya ikan nila munculnya penyakit menjadi salah satu permasalahan yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas produksi budidaya. Salah satu penyakit yang sering muncul adalah infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. Permasalahan tersebut diharapkan mampu diatasi dengan pemberian vitamin C dalam pakan ikan. Melalui pemberian vitamin C akan mampu meningkatkan sistem imun ikan yang berhubungan langsung dengan kemampuan ikan dalam mencegah ataupun mengobati serangan penyakit yang muncul khususnya dari bakteri *Aeromonas hydrophila*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon vitamin C terhadap sistem imun ikan yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* sehingga diketahui dosis terbaik yang dapat diaplikasikan dalam pengobatan terhadap serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 2 kontrol yaitu kontrol positif dan kontrol negatif, serta 3 perlakuan dengan dosis vitamin C yang berbeda. Berdasarkan uji hematologi diperoleh hasil nilai kandungan sel darah putih, sel darah merah, dan hemoglobin masih dalam kisaran normal untuk semua perlakuan. Perlakuan E dengan dosis 450 mg/kg vitamin C mampu meningkatkan sistem imun ikan nila yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* dilihat dari kandungan sel darah putih, sel darah merah dan hemoglobin perlakuan E tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Kata Kunci: *Oreochromis niloticus*; *Aeromonas hydrophila*; vitamin C; hematologi

1. Pendahuluan

Ikan nila merupakan salah satu komoditas ikan air tawar yang bernilai ekonomis penting. Ikan ini populer di pembudidaya ikan karena memiliki prospek yang menjanjikan kedepannya dengan beberapa keunggulan yang dimiliki, seperti pertumbuhan yang cepat dengan produktivitas yang tinggi dan memiliki toleransi salinitas yang cukup tinggi. Selain itu tekstur daging, rasa, warna daging yang putih, dan duri yang sedikit dengan kandungan nutrisi yang baik, serta harganya yang terjangkau membuat ikan nila dijadikan sebagai salah satu sumber protein dan diminati oleh masyarakat (Marlina dan Rakhmawati, 2016).

Kegiatan budidaya dapat memberikan hasil produksi yang maksimal apabila dikelola dengan baik. Kunci penting dalam kegiatan budidaya ikan adalah manajemen pakan, manajemen kesehatan, dan manajemen kualitas air. Pakan sebagai sumber energi untuk tumbuh merupakan komponen biaya produksi yang jumlahnya paling besar yaitu 40-89% (Afrianto dan Liviawaty, 2005). Manajemen kesehatan penting dilakukan dalam kegiatan budidaya salah satunya melalui penambahan vitamin C pada pakan ikan untuk meningkatkan imunitas ikan, sebagai tindakan pencegahan (preventif) maupun pengobatan (kuratif) ikan yang terserang penyakit. Berbagai proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh ikan yang berperan penting dalam produktivitas dan kelangsungan hidup dipengaruhi oleh berbagai faktor fisik kualitas air (Dauhan dkk., 2014). Beberapa faktor fisik yang menjadi parameter kualitas air dalam budidaya ikan air tawar diantaranya suhu, pH (*potential of Hydrogen*), DO (*Dissolved Oxygen*), ammonia, nitrat (Marlina dan Rakhmawati, 2016). Manajemen kualitas air menjadi penting untuk dikelola karena media hidup ikan adalah di air sehingga berbagai parameter air perlu diperhatikan agar pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan dapat berlangsung dengan baik. Salah satu kendala yang seringkali ditemui dalam kegiatan budidaya ikan nila adalah penurunan hasil produksi yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Aeromonas hydrophyla*.

Aeromonas hydrophyla adalah bakteri oportunistik, Gram negatif, dapat menyebabkan kematian ikan dalam waktu yang sangat singkat hingga mencapai 80-100 % (Muslikha dkk., 2016). Bakteri ini merupakan pathogen pada manusia atau hewan khususnya ikan (Manik dkk., 2014).

Beberapa bakteri golongan Gram negatif tidak mengeluarkan cairan racun, tetapi membuat endotoksin yang dilepaskan apabila sel mati atau pecah. Endotoksin merupakan lipopolisakarida pada dinding sel bakteri. Bakteri juga menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menyerang ikan sehat (Afrianto dkk., 2015). Munculnya serangan bakteri *Aeromonas hydrophyla* pada kegiatan budidaya ikan nila menyebabkan banyak kerugian seperti mortalitas yang tinggi, pertumbuhan yang terganggu hingga menyebabkan menurunnya hasil produksi bahkan gagal panen.

Tindakan pencegahan terhadap serangan *Aeromonas hydrophyla* perlu dilakukan dalam proses budidaya ikan, salah satunya melalui penambahan vitamin C pada pakan. Ikan nila memerlukan asupan nutrisi tertentu untuk memenuhi kebutuhannya seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Nutrisi tersebut dibutuhkan untuk menghasilkan energi dan mengganti sel-sel yang rusak untuk pertumbuhan, untuk mendukung proses pertumbuhan pada ikan diperlukan peningkatan kualitas pakan dengan penambahan vitamin C dalam jumlah yang tepat (Heri dkk., 2002). Vitamin merupakan senyawa organik yang sangat dibutuhkan untuk metabolisme tubuh, kekurangan vitamin C dapat menyebabkan pembengkokan tulang belakang, pertumbuhan menurun serta dapat menurunkan keseimbangan tubuh sehingga dapat menimbulkan penyakit.

Komalasari dkk. (2017) menyatakan bahwa ikan mempunyai susunan yang terbatas untuk mensintesis vitamin C dan bergantung pada susunan pakan, sehingga ikan memerlukan asupan vitamin C dalam campuran pakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan mengurangi stress, sesuai dengan pendapat Sukmawati (2005), vitamin C dapat digunakan untuk perlindungan dari serangan penyakit. Penambahan vitamin C pada pakan diharapkan mampu meningkatkan imunitas ikan nila sehingga terhindar dari infeksi bakteri *Aeromonas hydrophyla*.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kolam Basah Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana. Kegiatan penelitian ini berlangsung

selama 3 bulan dari bulan April hingga Juli 2020 mulai dari tahap persiapan hingga pengolahan data. Pengujian performa darah dilakukan di Balai Besar Veteriner Denpasar.

2.2 Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Rancangan Acak Lengkap merupakan jenis rancangan percobaan dimana perlakuan diberikan secara acak kepada seluruh unit percobaan. Hal ini dapat dilakukan karena lingkungan tempat percobaan diadakan relatif homogen sehingga media atau tempat percobaan tidak memberikan pengaruh berarti pada respon yang diamati (Mattjik dan Sumertajaya, 2000).

Penelitian ini menggunakan lima perlakuan dan tiga kali pengulangan, yang terdiri dari Perlakuan A (kontrol +) ikan nila dengan pakan komersil + bakteri 10^6 CFU/ml; Perlakuan B (kontrol -) ikan nila dengan pakan komersil; Perlakuan C ikan yang diberikan pakan komersil dengan penambahan vit C 150 mg/kg dan terinfeksi bakteri 10^6 CFU/ml; Perlakuan D ikan nila yang diberikan pakan komersil dengan penambahan vit C 300 mg/kg dan terinfeksi bakteri 10^6 CFU/ml; Perlakuan E ikan nila yang diberikan pakan komersil dengan penambahan vit C 450 mg/kg dan terinfeksi bakteri 10^6 CFU/ml. Dosis perlakuan mengacu pada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan hasil penelitian Komalasari dkk. (2017) menyampaikan bahwa dosis vitamin C sebesar 150 mg/kg pakan memberikan hasil terbaik pada pertumbuhan panjang relatif ikan nila. Abdan dkk. (2017), mendapatkan hasil nilai optimum aplikasi vitamin C dalam pakan komersial untuk pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, kelangsungan hidup ikan pedih (*Tor sp.*) adalah 300 mg/kg pakan. Namun kajian terkait pengaruh dosis vitamin C yang berbeda terhadap imunitas ikan nila belum diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian yang mengkaji hal tersebut.

Penelitian dilaksanakan menggunakan 15 wadah percobaan dengan menggunakan ikan nila berukuran ± 10 cm dengan kepadatan 10 ekor ikan per wadah dan pemberian pakan dilakukan secara *ad satiation* dengan persentase 4% dari biomassa

ikan sebanyak 2 kali sehari yaitu pukul 08.00 dan 18.00. Pakan yang digunakan adalah pakan komersil dengan kandungan protein 30%. Suplementasi vitamin C pada pakan dilakukan dengan mencampurkan vitamin C dengan sedikit air dan disemprotkan pada pakan komersil sesuai dosis yang ditentukan. Kemudian pakan yang telah tercampur vitamin C dikeringanginkan dan siap untuk diberikan pada ikan nila. Ikan nila dipelihara selama 1 bulan untuk pengujian imunitas sesuai dengan perlakuan masing-masing, terdiri dari proses aklimatisasi, aplikasi vitamin C (*Ascorbic Acid*), infeksi *Aeromonas hydrophyla*, dan pengambilan sampel darah yang dilakukan 7 hari dari masa infeksi.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif yaitu melalui data numerik yang diperoleh maka peneliti dapat menarik suatu kesimpulan.

2.3 Parameter penelitian

2.3.1. Performa darah

Pengamatan performa darah dilakukan pada saat akhir penelitian. Hasil yang diperoleh akan memberikan gambaran mengenai nilai sel darah merah, sel darah putih, dan hemoglobin. Pengambilan darah dengan menggunakan spuit suntik sebanyak 0,3 mL yang sudah dibilas dengan EDTA 10% sebagai anti koagulan darah (Zulkarnain dkk., 2017).

2.3.2. Kualitas air

Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari selama penelitian berlangsung. Parameter kualitas air yang diukur adalah *Dissolved Oxygen* (DO), pH, dan suhu.

3. Hasil

3.1 Hasil uji hematologi

Perlakuan yang diberikan pada ikan nila memberikan dampak pada perbedaan nilai kandungan darah sel darah putih, sel darah merah dan hemoglobin. Hasil Uji Hematologi dapat dilihat pada Tabel 1.

Nilai sel darah putih ikan nila pada akhir penelitian sangat bervariasi berkisar antara $24,8 \times 10^3/\mu\text{L}$ hingga $05,7 \times 10^3/\mu\text{L}$.

Tabel 1.
Nilai Kandungan Darah pada Uji Hematologi

Perlakuan	Hasil Uji		
	WBC ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	RBC ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	HB (g/dL)
A	77	0,88	2,3
B	24,8	1,03	4
C	49,6	1,3	5,1
D	27,1	1,07	4,4
E	105,7	1,81	5,5

dimana WBC adalah *white blood cell*; RBC adalah *red blood cell*; dan HB adalah hemoglobin

Kisaran jumlah sel darah merah dari lima perlakuan adalah $0,88 \times 10^6/\mu\text{L}$ hingga $1,81 \times 10^6/\mu\text{L}$ dan nilai hemoglobin antara 2,3 g/dL hingga 5,5 g/dL.

3.2 Hasil uji kualitas air

Parameter Kualitas Air yang diukur adalah suhu, pH dan DO. Hasil nilai rata-rata pengukuran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil pengukuran suhu, pH dan DO media budidaya ikan selama penelitian berada pada nilai optimal untuk kegiatan budidaya ikan nila dengan kisaran nilai suhu 26,4 - 26,7 °C; pH 8,99 - 7,02; dan DO 3,9 - 4,2 ppm.

4. Pembahasan

4.1 Hematologi ikan nila

Ikan nila yang diinfeksi oleh bakteri *Aeromonas hydrophyla* dipelihara dengan memberikan pakan yang diformulasi dengan penambahan vitamin C. Dosis yang berbeda menunjukkan respon ikan yang berbeda terhadap serangan bakteri *Aeromonas hydrophyla* terlihat dari hasil uji hematologi darah ikan.

Kandungan sel darah putih pada ikan nila dari 5 perlakuan menunjukkan bahwa jumlah sel darah putih masih dalam kisaran jumlah yang normal. Perlakuan A sebagai control positif (diinfeksi bakteri tanpa penambahan vitamin C) memiliki kandungan sel darah putih sebanyak $77 \times 10^3/\mu\text{L}$;

perlakuan B sebagai control negative (tanpa ada infeksi bakteri dan penambahan vitamin C) memiliki jumlah sel darah putih $24,8 \times 10^3/\mu\text{L}$; perlakuan C $49,6 \times 10^3/\mu\text{L}$; perlakuan D $27,1 \times 10^3/\mu\text{L}$; dan perlakuan E dengan jumlah sel darah putih terbanyak yaitu $105,7 \times 10^3/\mu\text{L}$.

Tabel 2.

Hasil Uji Kualitas Air

Perlakuan	Parameter Kualitas Air		
	Suhu (°C)	pH	DO (ppm)
A	26,6±1,17	7,02±0,02	3,9±0,22
B	26,4±0,97	7,01±0,01	3,9±0,07
C	26,6±1,06	7,00±0,02	4,0±0,25
D	26,7±1,09	6,99±0,02	4,2±0,21
E	26,7±0,99	6,99±0,02	4,1±0,20
Baku Mutu	25-32 ^a	6-8,5 ^b	≥3 ^a

dimana ^a adalah SNI (2009); ^b adalah Kordi (2010)

Berdasarkan nilai tersebut terlihat bahwa ikan nila yang diinfeksi bakteri dan diberikan perlakuan vitamin C dengan dosis berbeda pada pakan menunjukkan bahwa ikan melakukan perlawanan terhadap serangan bakteri sehingga memproduksi sel darah putih sebanyak-banyaknya. Hal ini diperkuat oleh Legler (1977), bahwa pada ikan teleostei jumlah sel darah putih yang normal berkisar antara $20 \times 10^3/\mu\text{L}$ - $150 \times 10^3/\mu\text{L}$. Apabila ikan mengalami stress akibat infeksi bakteri maka respon ikan akan terlihat dari jumlah sel darah putih yang diproduksi. Hal ini menunjukkan meningkatnya imunitas ikan yang terinfeksi bakteri. Mekanisme peningkatan jumlah leukosit dijelaskan oleh Aliambar (1999), terjadinya peningkatan jumlah leukosit atau disebut dengan leukositosis merupakan reaksi ephinephrine dimana neutrophil dan limfosit dimobilisasi ke dalam sirkulasi umum sehingga menaikkan jumlah total leukosit.

Kisaran nilai sel darah merah yang diperoleh dari uji hematologi adalah $0,88 \times 10^6/\mu\text{L}$ - $1,81 \times 10^6/\mu\text{L}$. Perlakuan A memiliki jumlah sel darah merah sebanyak $0,88 \times 10^6/\mu\text{L}$; Perlakuan B memiliki kandungan sel darah merah $1,03 \times 10^6/\mu\text{L}$; Perlakuan C sebanyak $1,3 \times 10^6/\mu\text{L}$; Perlakuan D sebanyak $1,07 \times 10^6/\mu\text{L}$, dan Perlakuan E sebanyak $1,81 \times 10^6/\mu\text{L}$. Jumlah sel darah merah tertinggi pada perlakuan E dan terendah pada perlakuan A. Dosis vitamin C sebanyak 450 mg/kg pakan memberikan hasil

bahwa jumlah sel darah ikan dari hasil uji hematologi tertinggi. Ikan yang terinfeksi bakteri tanpa diiberikan vitamin C menunjukkan nilai kandungan sel darah merah yang lebih rendah dibandingkan ikan yang terinfeksi bakteri dan ditambahkan vitamin C dalam pakan.

Hal ini menunjukkan bahwa vitamin C mampu meningkatkan jumlah sel darah merah pada ikan. Menurut Robert (1978), jumlah sel darah merah yang normal pada ikan teleostei berkisar antara $1,05 \times 10^6/\mu\text{L}$ hingga $3,0 \times 10^6/\mu\text{L}$. Mekanisme peningkatan eritrosit darah dijelaskan oleh Setiawati dkk. (2007), peningkatan sel darah merah merupakan usaha homeostatis tubuh ikan dalam upaya untuk memperbanyak hemoglobin guna mengikat oksigen. Penambahan vitamin C pada pakan terbukti mampu meningkatkan jumlah sel darah merah ikan sebagai bentuk meningkatkan imunitas tubuh ikan dalam mempertahankan kondisi fisiologis tubuh dari serangan bakteri.

Nilai kandungan hemoglobin ikan nila terendah pada perlakuan A yaitu 2,3 g/dL dan tertinggi pada perlakuan E yaitu 5,5 g/dL. Nilai kandungan hemoglobin sejalan dengan jumlah kandungan sel darah merah. Semakin banyak jumlah sel darah merah dalam darah maka semakin banyak juga jumlah hemoglobinya. Menurut Bastiawan dkk., (2001), menunjukkan bahwa kandungan hemoglobin yang normal adalah 2-14 g/dL. Berdasarkan hal tersebut maka hasil uji hematologi menunjukkan bahwa semua perlakuan memiliki kandungan hemoglobin yang masih berada pada kisaran normal. Tinggi dan rendahnya jumlah hemoglobin dipengaruhi oleh dosis vitamin C yang diberikan pada pakan.

Vitamin C mempunyai peran dalam pembentukan hemoglobin dalam darah, dimana vitamin C membantu penyerapan zat besi dari makanan sehingga dapat diproses menjadi sel darah merah kembali. Dengan meningkatnya hemoglobin dalam darah maka asupan makanan dan oksigen dalam darah dapat diedarkan ke seluruh jaringan tubuh yang akhirnya dapat mendukung kesehatan ikan yang berpengaruh pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan (Suhartono dkk., 2004). Perlakuan dengan penambahan vitamin C pada dosis 450 mg/kg pakan memberikan hasil lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

4.2 Kualitas air media budidaya

Kualitas air media budidaya berada pada kisaran yang masih sesuai untuk pemeliharaan ikan nila. Nilai suhu berada pada kisaran 26,4-26,7°C, pH pada kisaran 6,99-7,02, dan DO 3,9-4,2 ppm. Berdasarkan SNI (2009), menyatakan bahwa baku mutu parameter suhu untuk budidaya ikan nila sebesar 25-32 °C dan kandungan DO ≥ 3 ppm. Nilai pH yang sesuai untuk pemeliharaan ikan nila adalah 6-8,5 (Kordi, 2010). Fluktuasi suhu, pH dan DO harian selama masa pemeliharaan masih berada pada rentangan nilai yang masih dapat ditoleransi oleh ikan nila. Berdasarkan hasil penelitian Komalasari dkk. (2017) tentang pengaruh penambahan vitamin C pada pakan dengan dosis 100 mg/kg pakan dan 150 mg/kg pakan), diperoleh hasil pengukuran oksigen terlarut selama penelitian sebesar 3,14–5,47 mg/L. Hasil pengamatan dari variabel oksigen terlarut tersebut masih dalam batas kelayakan untuk budidaya ikan nila, sesuai dengan pendapat Zonneveld dkk. (1991) bahwa dalam budidaya ikan, ketersediaan oksigen terlarut dalam suatu perairan tidak boleh kurang dari 3 mg/L.

5. Simpulan

Berdasarkan uji hematologi kandungan sel darah putih, sel darah merah dan hemoglobin berada pada kisaran normal, dengan jumlah terbanyak pada perlakuan E yaitu dengan pemberian dosis Vitamin C sebanyak 450 mg/kg pakan. Dosis ini memberikan performa imunitas ikan terbaik diantara dosis lainnya. Selama masa pemeliharaan ikan nila yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophyla* menunjukkan nilai parameter kualitas air masih pada kisaran optimal untuk budidaya.

Ucapan terimakasih

Terimakasih kepada Universitas Udayana yang telah mendanai penelitian ini sepenuhnya melalui Hibah Penelitian dan Pengabdian Tahun 2020.

Daftar Pustaka

Abdan, M. I., Dewiyanti, I., & Hasri. (2017). Aplikasi vitamin C dalam pakan komersil dengan metode oral pada benih ikan pedih (*Tor sp.*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), 130-140.

- Afrianto, E., & Liviawaty, E. (2005). *Pakan ikan*. Yogyakarta, Indonesia: Kanasius.
- Afrianto, E., Liviawaty, E., Jamaris, & Hendi, Z. (2015). *Penyakit ikan*. Jakarta, Indonesia: Penebar Swadaya
- Aliambar. (1999). *Pengaruh pengendalian hewan terhadap temperatur, nadi, dan respirasi. Nilai hematologi dan kimia darah rusa Cervus timorensis*. Disertasi. Bogor, Indonesia: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Bastiawan, D., Wahid, A., Alifudin, M., & Agustawan, I. (2001). Gambaran darah lele dumbo (*Clarias* spp.) yang diinfeksi cendawan *Aphanomyces* sp. pada pH yang berbeda. *Jurnal Penelitian Indonesia*, 7(3), 44-47.
- Dauhan, R. E. S., Efendi, E., & Suparmono. (2014). Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 2(1), 297-302.
- Heri, S., Dedi, J., & Mokoginta, I. (2002). Pengaruh L-Askorbil-2-Fosfat magnesium terhadap kemampuan tubuh mengatasi stres dan pertumbuhan ikan baung *Mystus nemurus*. *Hayati*, 9(4), 125 – 129.
- Komalasari, S. S., Subandiyono, S., & Hastuti, S. (2017). Pengaruh vitamin c pada pakan komersil dan kepadatan ikan terhadap kelulushidupan serta pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Sains Akuakultur Tropis*, 1(1), 31-41.
- Kordi, M. G. H. K. (2010). *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Jakarta, Indonesia: PT Rineka Cipta.
- Manik, V. T., Hidayat, & Kusumawaty, T. (2014). Identifikasi dan filogenetika bakteri *aeromonas* spp. isolate air kolam beberapa kota berdasarkan pada sikuen gen 16S rRNA. *Formica Online*, 1(1), 10-19.
- Marlina, E., & Rakhmawati. (2016). *Kajian kandungan amonia pada budidaya ikan nila (Oreochromis niloticus) menggunakan teknologi akuaponik tanaman tomat (Solanum lycopersicum)*. Dalam Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Lampung, Indonesia, Juni 2016 (pp. 181-187).
- Mattjik, A., & Sumertajaya. (2000). *Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor, Indonesia: IPB Press.
- Muslikha, Pujiyanto, S., Jannah, S. N., & Novita, H. (2016). Isolasi, karakterisasi *Aeromonas hydrophila* dan deteksi gen penyebab penyakit motil *Aeromonas septicemia* (MAS) dengan 16S rRNA dan *Aerolysin* pada ikan lele (*Clarias* sp.). *Junal Biologi*, 5(4), 1-7.
- Roberts, R. J. (1978). *The Bacteriology of Teleostei in Fish Pathology*. London, England: Ballier Tindall Book Publ.
- Setiawati, Mia, Winarno, T., Suprayudi, M. A., & Manulu. (2007). Mineral sebagai peningkatan vitalitas ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) saat kondisi stress hipoksia. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 12(1), 8-14.
- SNI. (2009). *Produksi ikan nila (Oreochromis niloticus Bleeker) kelas pembesaran di kolam air tenang*. Jakarta, Indonesia: Standar Nasional Indonesia.
- Sukmawati, D. (2005). Stres oksidatif, antioksidan vitamin dan kesehatan. *Saintika Medika*, 2, 239-253.
- Suhartono, E., Fujiati, & Panghiyangan, R. (2004). Pengaruh vitamin C terhadap jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin pada tikus wistar galur *Sprague dawley* yang dipajan sinar ultraviolet. *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 12, 42-45.
- Zonneveld, N., Huisman, E. A., & Boon, J. H. (1991). *Budidaya Ikan*. Jakarta, Indonesia: Garmedia.
- Zulkarnain, L. A., Hastuti, S., & Sarjito. (2017). Pengaruh penambahan vitamin c pada pakan sebagai imunostimulan terhadap performa darah, kelulushidupan, dan pertumbuhan ikan tawes (*Puntius javanicus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3), 159-168.