

**EFEKTIVITAS PENAMBAHAN PROBIOTIK AKUATIK TERHADAP  
PERBAIKAN KUALITAS AIR DAN PERTUMBUHAN  
ANAKAN IKAN NILA MERAH (*Oreochromis niloticus*)**

***Anna Helena Sabandar, Sucahyo\*, Jacob L.A Uktolseja.***

*Program Studi Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga*

*Jl. Diponegoro 52 – 60, Salatiga 50711, Indonesia*

*Tel.: +62 (0) 298 321212, Fax: +62 (0) 298 321433*

*\*E-mail : sucahyo2009@gmail.com*

**ABSTRAK**

Penambahan probiotik akuatik dapat menjaga kualitas air budidaya anakan ikan Nila merah (*Oreochromis niloticus*) untuk pertumbuhan ikan yang baik. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh penambahan probiotik akuatik terhadap perbaikan kualitas air dan pertumbuhan anakan ikan Nila merah. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL), dengan kombinasi dua perlakuan aerasi dan pemberian probiotik sebagai berikut aerasi tanpa probiotik (ATP), aerasi dengan probiotik (ADP), tanpa aerasi tanpa probiotik (TATP), dan tanpa aerasi dengan probiotik (TADP); dengan 3 kali ulangan. Anakan ikan berukuran sekitar 5 cm disebar ke seluruh akuarium bervolume 24 liter dengan kepadatan 10 ekor per akuarium. Pada perlakuan probiotik, sebanyak 1,2 ml/l cairan probiotik akuatik diberikan; pada perlakuan aerasi, udara normal dialirkan ke dalam air dengan aerator. Ikan diberikan pakan sebanyak 1 g per hari. Kualitas air yang diukur pada awal dan akhir penelitian adalah pH, suhu, oksigen terlarut (*DO*), amonia. Parameter biologis yang diukur adalah laju pertumbuhan relatif (*RGR*) dan sintasan (*Sr*). Hasil penelitian menunjukkan pH meningkat secara signifikan ( $\alpha < 0,05$ ) untuk semua perlakuan. pH air antar perlakuan tidak berbeda nyata. Suhu semua perlakuan pemberian probiotik signifikan lebih rendah dibandingkan dengan suhu semua perlakuan dengan aerasi. *DO* menurun signifikan pada perlakuan tanpa aerasi, meningkat signifikan pada ATP. Kandungan amonia meningkat signifikan pada semua perlakuan. Kandungan amonia TATP lebih tinggi secara signifikan dibandingkan semua perlakuan aerasi, tetapi amonia semua perlakuan aerasi tidak berbeda nyata dengan TADP. *RGR* perlakuan ADP lebih tinggi secara signifikan dibandingkan perlakuan TADP. *Sr* TADP lebih tinggi secara signifikan dibandingkan *Sr* TATP. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh pemberian probiotik sebanyak 1,2 ml/l belum memberikan dampak secara nyata terhadap kualitas air. Ditinjau dari pertumbuhan ikan Nila maka terlihat bahwa pemberian probiotik memberikan dampak yang nyata terhadap ketahanan hidup ikan.

***Kata kunci:*** kualitas air, probiotik akuatik, anakan ikan, *Oreochromis niloticus*

**ABSTRACT**

*Addition of aquatic probiotics can maintain the water quality of red Nile tilapia culture (*Oreochromis niloticus*) for the highest growth of the fish. This study was aimed to know the effect of the addition of aquatic probiotics to water quality improvement and growth of red Nile tilapia. The study was performed with complete randomized design (RAL), with a combination of two aeration treatments and probiotic issue as follows: aeration with no probiotics (ATP), aeration with probiotics (ADP), without aeration and probiotics (TATP), and without aeration with probiotics (TADP); with 3 repetitions. Red Nile Tilapia (5 cm) were spread throughout the aquarium with volume of 24 litres and a density of 10 individuals per aquarium. In the probiotic treatment, as much as 1,2 ml /l of liquid aquatic probiotic was given; in aeration treatment, normal air flowed into the water with an aerator. Fish feed as much as 1g on a day. Water quality measured at the beginning and end of the study was pH,*

temperature, dissolved oxygen (DO), ammonia. The biological parameters measured were the Relative Growth Rate (RGR) and the Survive rate (Sr). The results showed that the pH increased significantly ( $\alpha < 0.05$ ) for all treatments, pH between treatments were not significantly different. The temperature of all treatments with probiotics is significantly lower than with all temperatures with aeration. DO decreased significantly in the treatment without aeration, increased significantly in ATP. Ammonia increased significantly in all treatments. The ammonia of TATP was significantly higher than all aeration treatments, but all ammonia aeration treatments were not significantly different from TADP. RGR treatment of ADP was significantly higher than TADP treatment. Sr of TADP was significantly higher than Sr of TATP. Study conclusion that the effect of addition probiotics as much as 1,2 ml/l not significantly on water quality. On the growth of red Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), the addition of probiotics significantly on the survival of fish.

**Key words:** water quality, aquatic probiotics, baby fish, *Oreochromis niloticus*

## PENDAHULUAN

Akuakultur merupakan salah satu teknologi yang telah dikembangkan dan dapat menjadi salah satu strategi dalam memenuhi kebutuhan pangan. Salah satu dari pengembangan akuakultur adalah budidaya perikanan. Ikan Nila merah (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan yang dibudidayakan karena memiliki pertumbuhan yang cepat, dapat beradaptasi terhadap suhu rendah dan tinggi serta perubahan salinitas, tahan terhadap penyakit dan kondisi lingkungan yang relatif buruk seperti kepadatan ikan yang tinggi, kualitas air yang rendah, polutan air organik, kelarutan oksigen terlarut yang rendah  $< 0,5$  mg/l (Altun *et al.*, 2006).

Dalam budidaya ikan Nila merah terjadi masalah pencemaran yang berasal dari pakan dan hasil ekskresi yang memberikan pengaruh yang berkelanjutan terhadap kualitas air serta pertumbuhan ikan. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah yang terjadi dalam budidaya ikan yaitu dengan aplikasi probiotik. Probiotik merupakan zat yang tersusun dari bakteri-bakteri yang menguntungkan.

Peranan probiotik dalam budidaya perikanan antara lain menjadi pendorong pertumbuhan, sebagai alternatif untuk penghambatan patogen, pengendali penyakit pada spesies akuakultur, berperan dalam proses pencernaan hewan air (Cruz *et al.*, 2012). Dalam penelitian sebelumnya juga diketahui bahwa pemberian pakan dengan tambahan probiotik mampu meningkatkan kandungan gizi dan menjadi sumber protein yang mudah dicerna sebagai biomassa dan energi. Apabila protein yang diberikan optimal, maka pertumbuhan juga akan terjadi secara optimal (Noviana *et al.*, 2014).

Probiotik merupakan zat aditif dalam air yang berperan memperbaiki kualitas air dan mengurangi senyawa toksik (Gatlin III dan Peredo, 2012). Salah satu jenis probiotik komersial adalah probiotik Bioku *Fish Akuatik*<sup>®</sup>, yang menurut perusahaan yang memproduksinya memiliki peran dalam memperbaiki kualitas air dan menjaga keseimbangan perairan, mendekomposisi sisa-sisa pakan dan kotoran ikan, menetralkan metabolit toksik, dan menekan pertumbuhan bakteri patogen. Probiotik ini tersusun dari berbagai

jenis mikroba unggul antara lain *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus* sp. dan *Rhodobacter* sp.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan probiotik akuatik terhadap perbaikan kualitas air dan pertumbuhan anakan ikan Nila merah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober–Desember 2017 di Laboratorium Ekologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL), dengan kombinasi dua perlakuan aerasi dan pemberian probiotik sebagai berikut aerasi tanpa probiotik (ATP), aerasi dengan probiotik (ADP), tanpa aerasi tanpa probiotik (TATP), dan tanpa aerasi dengan probiotik (TADP) dengan 3 kali ulangan. Hewan uji yang digunakan adalah anakan ikan Nila merah (*Oreochromis niloticus*) berukuran  $\pm 5$  cm yang dipelihara dalam akuarium berukuran 40x30x25 cm bervolume 24 liter dengan kepadatan 10 ekor per akuarium selama 30 hari. Pada perlakuan probiotik, sebanyak 1,2 ml/l cairan probiotik Bioku Fish Akuatik<sup>®</sup> diberikan; pada perlakuan aerasi, udara normal dialirkan ke dalam air dengan aerator. Ikan diberikan pakan kormesial sebanyak 1 g per hari.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa faktor yang diamati antara lain laju pertumbuhan relatif (*RGR*) dan sintasan (*Sr*). Pengamatan pertumbuhan dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Pengamatan *RGR* menggunakan berat kering. Prosedur pengeringan sampel diawali pengukuran berat basah

dengan timbangan analitik kemudian sampel dikeringkan dalam oven 60°C selama 24 jam. Setelah itu, sampel dimasukkan dalam desikator kemudian timbang berat kering kemudian dihitung menggunakan rumus berikut: Laju pertumbuhan relatif (%) (Effendi, 1979):

$$RGR = \frac{Wt_1 - Wt_0}{Wt_0} \times 100\%$$

Keterangan :

- *RGR* = Laju pertumbuhan relatif (%)
- $Wt_1$  = Bobot ikan pada akhir peneltiann (gr)
- $Wt_0$  = Bobot ikan pada akhir penelitian(gr)

Sintasan (*SR*) dihitung berdasarkan persamaan (Effendi, 1979):

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

Keterangan :

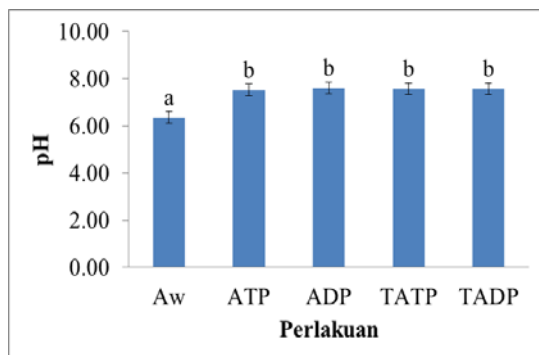
- *Sr* = sintasan (%)
- $N_t$  = Jumlah individu pada akhir penelitian (ekor)
- $N_0$  = Jumlah individu pada awal penelitian (ekor)

Kemudian, parameter yang diukur yaitu pH, suhu, oksigen terlarut (*DO*), dan amonia pada awal dan akhir penelitian. Parameter pH air diukur dengan menggunakan pH meter, suhu air diukur dengan menggunakan termometer, oksigen terlarut diukur menggunakan metode Winkler, sedangkan amonia diukur menggunakan metode Nessler.

Data dianalisis dengan analisis variansi satu arah non parametrik, dan

uji posterior dengan Uji Tukey non parametrik (Zar, 2010) dengan tingkat signifikansi  $\alpha < 0,05$  menggunakan program IBM SPSS 20.

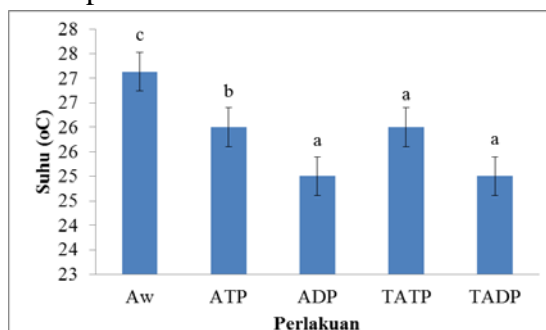
## HASIL DAN PEMBAHASAN



**Gambar 1.** pH (rata-rata ± galat baku);

**Keterangan :** Aw=awal, ATP=aerasi tanpa probiotik, ADP=aerasi dengan probiotik, TATP=tanpa aerasi tanpa probiotik, TADP=tanpa aerasi tanpa probiotik; huruf yang berbeda nyata di atas diagram batang menunjukkan berbeda nyata dengan Uji Tukey non parametrik ( $\alpha < 0,05$ ).

Gambar 1 menunjukkan pH selama penelitian berkisar 6.36–7.61. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya peningkatan pH secara signifikan untuk semua perlakuan. Walaupun terjadi peningkatan pH, namun pH masih dalam batas toleransi 6–9 (DeLong *et al.*, 2009) dan tidak ada perbedaan pengaruh antara pemberian aerasi dan probiotik terhadap peningkatan pH.



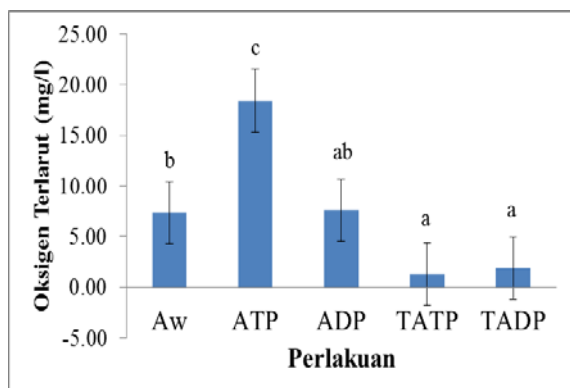
**Gambar 2.** Suhu (rata-rata ± galat baku).

(Keterangan pada gambar 1)

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa suhu pada semua perlakuan pemberian probiotik signifikan lebih rendah dibandingkan dengan suhu semua perlakuan dengan aerasi (Gambar 2). Suhu selama penelitian berkisar 25–27°C, perbedaan suhu ini tidak melebihi batas toleransi ikan secara umum sebesar 25–32°C yang mendukung pertumbuhan ikan (DeLong *et al.*, 2009).

Suhu air lebih banyak dipengaruhi oleh suhu udara tempat ekosistem perairan berada (Mahmud *et al.*, 2016). Pola suhu selama penelitian ini tidak mengikuti pola suhu perairan penelitian Mahmud *et al.*, 2016), sehingga pemberian aerasi yang menyalurkan suhu udara ke air tidak berpengaruh terhadap suhu air dibandingkan pemberian probiotik. Kemungkinan, suhu air pada pemberian probiotik diserap oleh mikroba probiotik untuk metabolisme selnya dalam rangka memperbaiki kualitas air seperti yang terjadi pada penelitian Xiong dan Li (2012) yang menunjukkan peningkatan suhu media hidup bakteri asam laktat dapat meningkatkan *yield* hasil metabolismenya.

Oksigen terlarut (*DO*) pada perlakuan ATP dan ADP meningkat, sedangkan pada perlakuan tanpa aerasi (TATP dan TADP) menurun (Gambar 3). Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan aerasi lebih memberikan pengaruh terhadap peningkatan jumlah oksigen terlarut daripada tanpa aerasi.

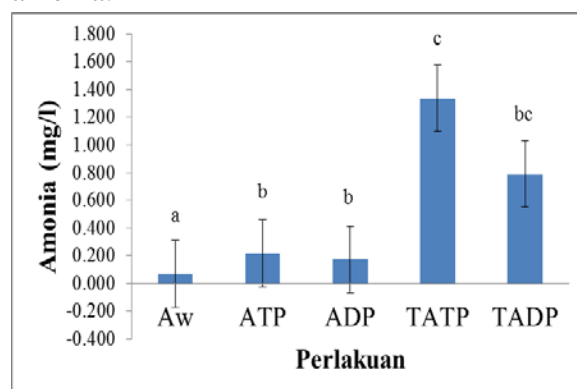


**Gambar 3.** Oksigen terlarut (rata-rata  $\pm$  galat baku). (Keterangan pada gambar 1)

Aerasi mekanis dapat membantu keterlarutan oksigen dalam air melalui udara yang dipompakan ke dalam air (Boyd *et al.*, 2017), sehingga penurunan oksigen terlarut akibat konsumsi oksigen oleh mikroba probiotik yang membantu konversi limbah dan sisa pakan menjadi produk tidak beracun (Salmin, 2005) serta respirasi ikan (Boyd *et al.*, 2017) dapat diatasi. Secara keseluruhan DO masih di atas 0,5 mg/l yang merupakan kebutuhan hidup ikan Nila merah (Altun *et al.*, 2009)

Gambar 4. menunjukkan kandungan amonia perlakuan TATP lebih tinggi secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kandungan amonia perlakuan lainnya. Amonia dapat timbul dari penumpukan sisa pakan dan ekskresi ikan. Kira-kira 75% jumlah pakan yang dikonsumsi ikan diekskresikan, sehingga hanya 25% yang diubah menjadi energi dan biomasa. Buangan dari ekskresi itu membentuk senyawa amonia (Crab *et al.*, 2007). Amonia dalam air dapat berkurang karena proses oksidasi oleh aerasi (Mahmoud *et al.*, 2016) dan atau aktivitas *Bacillus* (Nimrat *et al.*, 2012). Jadi, amonia pada perlakuan TATP menjadi paling tinggi, karena tidak ada

aerasi dan tidak ada aktivitas mikroba probiotik yang membantu penurunan amonia.



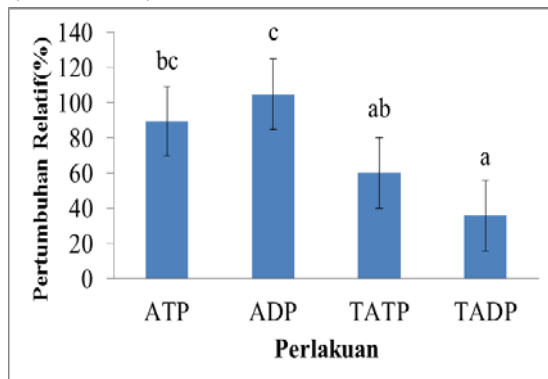
**Gambar 4.** Amonia (rata-rata  $\pm$  galat baku). (Keterangan pada gambar 1)

Dengan penambahan probiotik, walaupun tanpa aerasi (TADP), amonia dapat turun, meskipun signifikansi 0,05 belum tercapai. Probiotik Bioku *Fish Akuatik*<sup>®</sup> mengandung beberapa bakteri yang dapat menjaga kualitas air seperti *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus* sp. dan *Rhodobacter* sp. Oleh *Bacillus*, amonia dipakai sebagai substrat untuk mendapatkan energi untuk mempertahankan sel yang ada serta menghasilkan sel yang baru (Gunadi *et al.*, 2013). Amonia yang termasuk bahan organik diuraikan *Lactobacillus* dengan enzim ekstraseluler (Abareethan, 2015). Selanjutnya, *Rhodobacter* sp. Menghambat patogen dalam air (Akter *et al.*, 2016), sehingga amonia dapat terjaga akibat kematian ikan atau organisme air yang terserang patogen tersebut.

Pemberian aerasi menurunkan amonia secara signifikan dibandingkan dengan TATP, baik dengan probiotik (ADP), maupun tanpa probiotik (ATP) (Gambar 4). Kedua perlakuan itu dapat menunjukkan pemberian aerasi dapat meningkatkan kandungan oksigen yang dapat mengganggu fungsi probiotik

menurunkan amonia, sehingga pengaruh pemberian probiotik menjadi tidak signifikan. Probiotik Bioku Fish Akuatik® mengandung bakteri asam laktat (BAL) *Bacillus* dan *Lactobacillus*. BAL tergolong bakteri yang membutuhkan oksigen tidak terlalu banyak, karena metabolismenya menggunakan enzim sitokrom oksidase, *quinol oxidase CydAB* yang berfungsi pada konsentrasi oksigen rendah (Ianniello *et al.*, 2016).

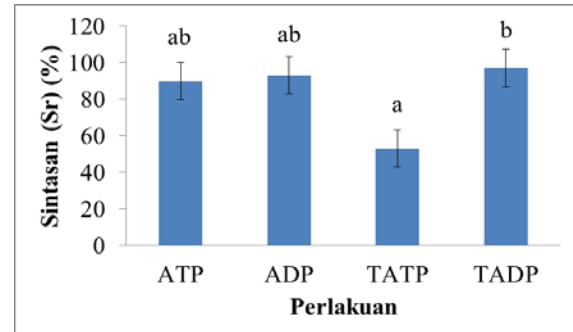
Perlakuan ADP menunjukkan pertumbuhan relatif lebih tinggi secara signifikan dibandingkan perlakuan tanpa aerasi (TATP dan TADP) (Gambar 5).



**Gambar 5.** Laju pertumbuhan relatif (rata-rata±galat baku). (Keterangan pada gambar 1)

Perbandingan ini menunjukkan bakteri probiotik dapat berinteraksi positif dengan aerasi untuk meningkatkan pertumbuhan anakan ikan Nila merah. Interaksi itu berupa perbaikan kualitas air berupa suhu, pH, dan *DO* yang mendukung kehidupan anakan ikan Nila merah serta peningkatan daya cerna pakan oleh bakteri probiotik (Putri *et al.*, 2012) seperti probiotik Bioku Fish Akuatik® mengandung bakteri *Bacillus*, *Lactobacillus* dan *Rhodobacter*.

Sintasan (*Sr*) ikan dapat dilihat pada Gambar 6 yang menunjukkan bahwa perlakuan TADP memiliki Sintasan yang paling tinggi. Sintasan menunjukkan jumlah ikan yang mampu bertahan hidup.



**Gambar 6.** Sintasan (rata-rata±galat baku). (Keterangan pada gambar 1)

Pada kondisi tanpa aerasi, pemberian probiotik (TADP) meningkatkan secara signifikan sintasan anakan ikan Nila merah dibandingkan tanpa pemberian probiotik (TATP) (Gambar 6). Sintasan dipengaruhi oleh kualitas air dan penyakit yang dapat menyebabkan kematian ikan. Pembahasan di atas menunjukkan hanya kandungan amonia pada TATP yang melebihi batas layak kurang dari 1,0 mg/l (DeLong *et al* 2009). Selanjutnya, pada TADP; mikroba probiotik yang diberikan dapat memiliki kemampuan mengeluarkan senyawa kimia bakteriasidal atau bakteriostatik terhadap bakteri patogen penyebab penyakit yang hidup di saluran pencernaan inang, sehingga menjadi penghalang perbanyak patogen oportunitik (Hai, 2015). Jadi sintasan pada TADP lebih baik daripada TATP, karena kandungan amonianya lebih layak dan diduga mikroba probiotik Bioku Fish Akuatik®.

Pada kondisi dengan aerasi, kualitas air masih terjaga baik untuk mempertahankan hidup anakan ikan Nila merah tetap hidup dengan pengaruh aerasi yang lebih dominan dibandingkan pengaruh pemberian probiotik. Seperti sudah dibahas pada penurunan amonia di atas, dalam kondisi banyak oksigen terlarut, efektifitas fungsi bakteri asam laktat (BAL) *Bacillus* dan *Lactobacillus* dalam probiotik Bioku *Fish Akuatik*<sup>®</sup> diduga tidak sebesar dalam kondisi tanpa aerasi, karena enzim BAL berkerja dalam kondisi rendah oksigen terlarut (Ianniello *et al.*, 2016).

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh pemberian probiotik sebanyak 1,2 ml/l belum memberikan dampak secara nyata terhadap kualitas air. Ditinjau dari pertumbuhan ikan Nila maka terlihat bahwa pemberian probiotik memberikan dampak yang nyata terhadap ketahanan hidup ikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abareethan M., & Amsath, A. (2015). Characterization and evaluation of probiotic fish feed. *International Journal of Pure and Applied Zoology*, 3, 148-153.
- Akter, M.N., Parvez., I. & Patwary, Z.P. (2016) Beneficial effects of probiotics in aquaculture. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(5), 494-499.
- Altun, T., Tekelioğlu, N., & Danabaş, D. (2006). Tilapia culture and its problems in Turkey. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23,473-478.
- Boyd, C.E., Torrans, E.L., & Tucker, C.S. (2017). Dissolved oxygen and aeration in Ictalurid Catfish aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, doi: 10.1111/jwas.12469
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoird, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2007). Nitrogen removal techniques in aquaculture for sustainable production. *Aquaculture*, 270, 1-14.
- Cruz, P.M., Ibáñez, A.L., Hermosillo, O.A.M., & Saad, H.C.R. (2012). Use of probiotics in aquaculture. *International Scholarly Research Network (ISRN) Microbiology*, 2012,1-14.
- DeLong, D.P., Losordo, T.M., & Racocy J.E. (2009). *Tank culture of tilapia*. Southern Regional Aquaculture Center, Publication No 282.
- Effendi, M.O. (1979). *Metode biologi perikanan*. Cetakan I. Bogor : Yayasan Dewi Sri.
- Gatlin III, D.M., & Peredo.A.M. (2012). Prebiotics and probiotics: definitions and applications. *Southern Regional Aquaculture Center*, Publication No 4711.
- Gunadi, B., Harris, E. Suptoyono, Sukenda & Budiardi, T. (2012). Ketecernaan pakan, ketecernaan protein, ekskresi amonia serta dinamika bakteri heterotrof dan fitoplankton pada pemeliharaan ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(1), 68-76.

- Hai, N.V. 2015. The use of Probiotics in Aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 119(4):917-35
- Ianniello, R.G., Zotta, T., Matera, A., Genovese, F., Parente, E., & Ricciardi, A. (2016). Investigation of factors affecting aerobic and respiratory growth in the oxygen-tolerant strain *Lactobacillus casei* N87. *PLoS One*, 11(11): e0164065
- Mahmud, S., Ali, M.L., Alam, Md.A., Rahman, Md.M., Jørgensen, N.O.G. (2016). Effect of probiotic and sand filtration treatments on water quality and growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Pangas (*Pangasianodon hypophthalmus*) in earthen ponds of Southern Bangladesh. *Journal of Applied Aquaculture*, DOI: 10.1080/10454438.2016.1188339.
- Nimrat, S., Suksawat, S., Boonthai, T., & Vuthiphandchai, V. (2012). Potential *Bacillus* probiotics enhance bacterial numbers, water quality and growth during early development of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Veterinary Microbiology* 159:443–450. doi:10.1016/j.vetmic.2012.04.029.
- Noviana, P., Subandiyono., & Pinandoyo. (2015). Pengaruh pemberian probiotik dalam pakan buatan terhadap tingkat konsumsi pakan dan pertumbuhan benih ikan Nila (*Oreochromis sp.*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4),183-190.
- Putri, A.S., Hasan, Z., & Haetami, K. (2012). Pengaruh pemberian bakteri probiotik pada pelet yang mengandung kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) terhadap pertumbuhan benih ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4), 283-291.
- Salmin. (2005). Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Jurnal Oseana*, 30(3), 21-26.
- Xiong, X, Li, Y. (2012). Study on temperature regulation of lactic acid bacteria using metabolic flux analysis. *Advanced Materials Research*, 356-360, 127-132
- Zar, J.H. (2010). *Biostatistical analysis. 5th Edition*. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.