

Studi Pengurangan Ammonia Pada Pendederan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp*) Dengan Sistem Resirkulasi

M.Derry Belva Alem¹, Eko Efendi¹, Wardiyanto¹, Hidayat Adi Sarwono²

1. Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan,
Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, Lampung 34145
2. Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung
Email: belva.derry@yahoo.com

ABSTRACT

M.Derry Belva Alem, Eko Efendi, Wardiyanto and Hidayat Adi Sarwono. 2018. Study Of Ammonia Reduction On Red Snapper (Lutjanus sp) Fry Using Recirculating Aquaculture System. Jurnal Sains Teknologi Akuakultur, 2(2) : 41-47 Ammonia is one of the important parameters during the fish cultivation process. to reduce the amount of ammonia, one method that can be used is the recirculation method. The success of the recirculation method is strongly influenced by the use of filters. The filters used in this study are bioball filters and charcoal filters. The purpose of this study was to determine the effect of the type of bioball filter and charcoal filter on ammonia reduction. The experimental design used was RAL. The parameters measured during the study were ammonia concentration, pH and DO temperature. Measurements are made on the inlet and outlet channels. This research shows significant results. Filters that work better are charcoal filters with a reduction ability of 0.076 mg / l

Keywords: *bioball, charcoal, recirculation, ammonia, filters.*

ABSTRAK

M.Derry Belva Alem, Eko Efendi, Wardiyanto dan Hidayat Adi Sarwono. 2018. Studi Pengurangan Ammonia Pada Pendederan Ikan Kakap Merah (Lutjanus sp) Dengan Sistem Resirkulasi. Jurnal Sains Teknologi Akuakultur, 2(2) : 41-47. Ammonia merupakan salah satu parameter yang penting selama proses budidaya ikan. untuk mengurangi jumlah ammonia, salah satu metode yang bisa digunakan adalah metode resirkulasi. Keberhasilan metode resirkulasi sangat dipengaruhi oleh penggunaan filter. Filter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu filter bioball dan filter arang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh jenis filter bioball dan filter arang terhadap reduksi ammonia. Rancangan percobaan yang digunakan adalah RAL. Parameter yang diukur selama penelitian adalah konsentrasi ammonia, suhu pH dan DO. Pengukuran dilakukan pada saluran inlet dan outlet. Penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Filter yang bekerja lebih baik adalah filter arang dengan kemampuan reduksinya 0,076 mg/l

Kata Kunci: *bioball, arang, resirkulasi, ammonia, filter.*

PENDAHULUAN

Usaha budidaya akan berhasil apabila kondisi lingkungan optimum untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan yang dipelihara. Pengendalian lingkungan budidaya yang optimum dapat dilakukan dengan cara mengaplikasikan sistem budidaya yang efektif. Salah satu sistem budidaya yang diterapkan yaitu recirculating aquaculture sistem (RAS). Keuntungan dalam penggunaan sistem RAS yaitu dapat mengefisieni penggunaan air, mengurangi konsentrasi ammonia, dan dapat meningkatkan padat tebar ikan yang dipelihara. (Sidik, 2002; Djokosetiyanto *et al.*, 2006; Prayogo *et al.*, 2012)

Pertumbuhan yang baik didukung dengan kualitas air yang optimum salah satu parameter terpenting yaitu ammonia. Sistem resirkulasi pada pendederan ikan Kakap putih memberikan pengaruh yang cukup efektif untuk menekan laju peningkatan ammonia. Penggunaan sistem RAS pada budidaya ikan menghasilkan kualitas air yang paling efektif dapat dilihat dari rendahnya nilai reduksi ammonia dan memberikan hasil yang terbaik dalam penyerapan ammonia hingga lebih dari 50% (Prayogo *et al.*, 2012; Fauzzia *et al.*, 2013; Mulyadi *et al.*, 2014).

Reduksi ammonia dalam sistem resirkulasi sangat dipengaruhi oleh filter. Filter merupakan salah satu komponen utama dalam RAS. Filter fisik seperti pasir, kerikil, arang batok, ijuk, dan lain-lain Lebih baik dibandingkan filter biologi seperti kijing (*Pilsbryconcha exilis*) (Wage *et al.*, 2006; Syafriadiman *et al.*, 2005; Zonnefild *et al.*, 1991). Menurut penelitian yang dilakukan Ristiana (2009) budidaya ikan air tawar menggunakan sistem akuaponik, dengan filter biologi berpengaruh terhadap penurunan kandungan ammonia.

Berdasarkan penjelasan diatas penggunaan sitem resirkulasi dengan penambahan filter menunjukan hasil yang baik pada pertumbuhan ikan dan reduksi ammonia. Efektifitas filter pada pendederan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) dengan sitem resirkulasi belum diketahui hasil yang jelas. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas filter terhadap reduksi ammonia pada pendederan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 30 hari yaitu pada bulan Desember 2017- Januari 2018 di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung, yang beralamat di Jalan Yos Sudarso, Desa Hanura, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu akurium, ember, pompa air, selang, pipa, keran, aerator, ph paper, thermometer, timbangan digital, penggaris dan DO meter. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu arang aktif, *bioball* benih ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) monodon plus, dan pakan pellet.

Rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan dengan 3 ulangan yaitu Perlakuan A (RAS dengan filter *bioball*) Perlakuan B (RAS dengan filter arang aktif) dan Perlakuan C (RAS tanpa filter)

Persiapan yang dilakukan sebelum penelitian dimulai yaitu mencuci akuarium dengan air dan kaporit. Filter *bioball* dan filter karbon aktif dibersihkan. Setiap akuarium dihubungkan dengan pipa berukuran ½ inch yang disambungkan dari outlet akuarium menuju filter dan pompa menuju inlet. Akuarium diisi dengan memasukan air sebanyak 50 liter pada setiap akuarium, Setelah air dimasukan bakteri pengurai ammonia dikultur selama 5 hari dengan cara memasukan produk monodon plus dengan dosis pemakaian (10 ml/liter air) ke dalam wadah pemeliharaan.

Ikan yang digunakan adalah benih kakap merah (*Lutjanus sp*) berukuran 6-7 cm. ikan di adaptasikan selama 5 hari dan dipuasakan, setelah wadah selesai dipersiapkan ikan dimasukan kedalam akuarium. Pemeliharaan benih dilakukan 30 hari dengan kepadatan 15 ekor/akuarium. Pakan diberi secara *ad-libitum* dengan frekuensi pemeberian pakan 4x sehari. Pakan yang diberikan yaitu pakan komersil Megami dengan ukuran SB-3.

Parameter utama dalam penelitian ini adalah ammonia. Pengukuran kadar ammonia dilakukan dengan metode spektrofotometer (SNI, 2003) setiap 6 hari sekali, hal tersebut bertujuan untuk melihat kinerja filter dalam mereduksi ammonia. Parameter pendukung kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dilakukan setiap pagi dan sore hari. Parameter penunjang lainnya dalam peneitian ini meliputi panjang mutlak, berat mutlak, FCR, dan kelangsungan hidup.

Pertumbuhan panjang mutlak dan berat mutlak dapat dihitung menurut Effendi (1979). Pengukuran tingkat kelangsungan hidup (SR) dan rasio konversi pakan (FCR) menurut Zonneveld (1991).

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pengurangan ammonia maka data parameter ammonia dari hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analiis ragam (ANOVA). Perlakuan yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut Duncan pada tingkat kepercayaan 95% (Steel dan Torrie, 1991).

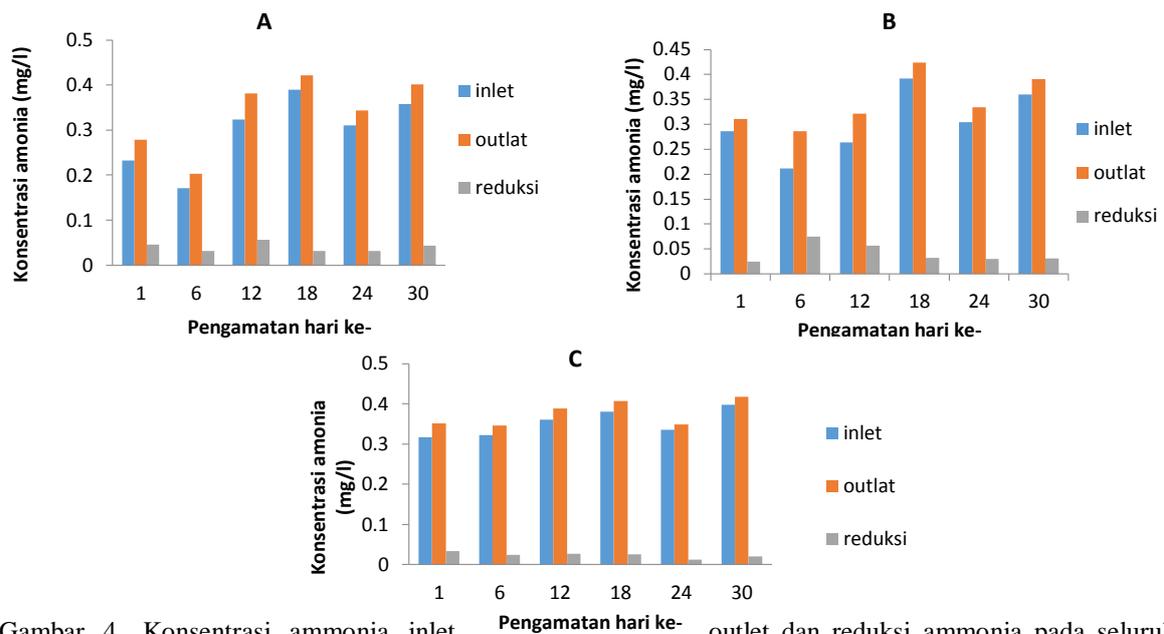
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi ammonia pada perlakuan A dan B pada pengamatan ke-2 cenderung menurun, namun pada perlakuan C konsentrasi ammonia pada pengamatan ke-2 meningkat, hal ini disebabkan perlakuan A dan B memiliki tambahan filter *bioball* pada perlakuan A dan filter arang aktif pada perlakuan B sehingga air yang berada pada akuarium dapat tersaring dengan baik

melalui kedua filter tersebut sehingga konsentrasi ammonia menurun. Pada perlakuan C tidak adanya penambahan filter, kandungan ammonia pada air tidak dapat disaring sehingga konsentrasi ammonia meningkat.

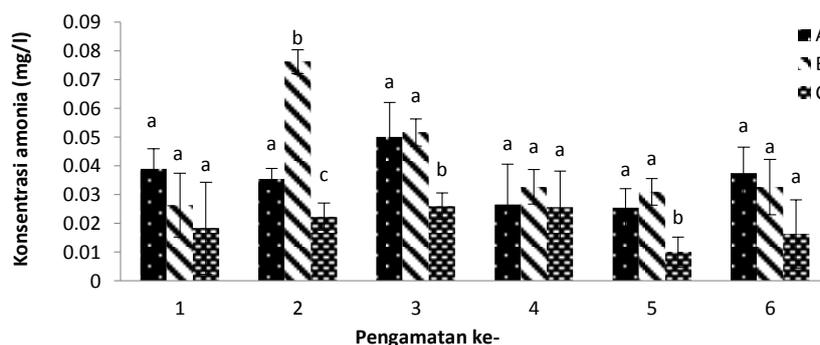
Pola konsentrasi ammonia secara umum pada pengamatan 3 dan 4 cenderung meningkat. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan ikan kakap merah yang semakin besar serta jumlah pakan yang diberikan semakin meningkat sehingga buangan metabolit semakin tinggi termasuk sisa pakan yang telah mengendap di dasar akuarium maupun yang larut. Hal ini sesuai dengan pendapat Hepher dan Prugin (1981) bahwa peningkatan padat tebar ikan dan pakan tambahan akan mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air pada media budidaya yang disebabkan meningkatnya produksi metabolik (peningkatan ammonia).

Pada pengamatan ke-5 konsentrasi ammonia pada seluruh perlakuan mengalami penurunan kembali. Hal ini diduga karena proses penambahan air sebanyak 30%. Pada pengamatan ke-6 konsentrasi ammonia naik kembali dan konsentrasi ammonia pada pengamatan ke-6 menyerupai konsentrasi ammonia pada pengamatan keempat hal ini diduga karena akumulasi limbah yang meningkat dikarenakan pertumbuhan ikan. Konsentrasi ammonia pada perlakuan A,B, dan C berdasarkan waktu pengamatan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Konsentrasi ammonia inlet, outlet dan reduksi ammonia pada seluruh perlakuan dengan perlakuan : filter *bioball* (A1,A2,A3), filter arang (B1,B2,B3), dan tanpa filter(C1,C2,C3).

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan reduksi dilakukan analisis varian. Setelah diketahui bahwa pengaruh perlakuan memberikan hasil yang berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut. Uji lanjut yang digunakan adalah uji lanjut Duncan. Hasil pengamatan reduksi ammonia disajikan pada gambar5



Gambar 5. Gambar Reduksi Amonia

Keterangan : Selisih rata-rata reduksi ammonia selama periode penelitian notasi a, b, c, merupakan notasi penanda beda nyata dari masing-masing perlakuan. Jika huruf notasi sama maka tidak terdapat beda nyata, jika huruf notasi berbeda maka terdapat beda nyata pada perlakuan

Pada pengamatan ke-2 nilai reduksi ammonia menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai reduksi filter *bioball*, arang, dan tanpa filter memberikan pengaruh reduksi yang berbeda. Hal ini karena kemampuan filter arang pada pengamatan ke-2 lebih baik dibandingkan filter lainnya, sehingga nilai reduksinya paling tinggi. Kemampuan filter *bioball* pada pengamatan ke-2 masih kurang baik dibandingkan dengan filter arang sehingga nilai reduksi berbeda nyata. Untuk mengetahui hasil yang lebih signifikan maka dilakukan uji Duncan. Berdasarkan uji Duncan nilai reduksi pada pengamatan ke-2 berbeda pada seluruh perlakuan. Hal ini sesuai dengan pendapat Norjanna (2014) yang menyatakan bahwa pada minggu ke-2 filter arang memiliki nilai reduksi tertinggi dibandingkan filter lainnya. Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian Putra (2014) yang menyatakan bahwa konsentrasi ammonia dengan penambahan filter biologi pada minggu ke-2 belum menunjukkan hasil yang optimum.

Pada pengamatan ke-3 dan ke-5 nilai reduksi ammonia menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Filter *bioball*, arang, dan tanpa filter memberikan pengaruh reduksi yang berbeda. Berdasarkan uji Duncan nilai reduksi pada pengamatan ke-3 dan ke-5 hanya berbeda pada perlakuan tanpa filter, hal ini karena filter *bioball* dan arang mampu mereduksi ammonia. Perlakuan tanpa filter nilai reduksinya berbeda dikarenakan perlakuan tanpa filter tidak dapat mereduksi ammonia. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Putra (2014) bahwa nilai reduksi ammonia dengan penambahan filter biologi (kijing air tawar) lebih efektif mereduksi ammonia dibandingkan tanpa penambahan filter biologi. Selain itu menurut Erpiyana (2016). Filter biologi memberikan pengaruh nyata dalam menurunkan kadar ammonia dibandingkan tanpa penambahan filter biologi dengan sistem akuaponik. Adapun dalam penelitian Norjanna (2014) bahwa penambahan filter kimia efektif dalam mereduksi ammonia baik menggunakan arang maupun pecahan karang.

Pada pengamatan 1, 4, dan 6 nilai reduksi ammonia menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Filter *bioball*, arang, dan tanpa filter tidak memberikan pengaruh reduksi yang berbeda. Nilai reduksi pada pengamatan ke-1 tidak signifikan karena ikan baru dimasukkan ke dalam akuarium pada waktu pertama penelitian dimulai. Pada pengamatan ke-4 merupakan puncak dari konsentrasi ammonia tertinggi sehingga kemungkinan filter *bioball* dan filter arang sudah mencapai batas maksimal dalam mereduksi ammonia sehingga menyebabkan konsentrasi ammonia pada kedua filter sama dengan konsentrasi ammonia pada perlakuan tanpa filter. Hal ini sesuai dengan pendapat Norjanna (2014) yang menyatakan bahwa nilai reduksi filter arang menurun pada minggu ke-4 hal ini karena filter arang tidak lagi bekerja secara kimia dan kurang mendukung secara fisika.

Pada pengamatan ke-6 nilai reduksi ammonia menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Hal ini karena kemampuan filter yang sudah menurun atau bahkan tidak bekerja. Meskipun nilai reduksi tidak berbeda nyata antar perlakuan namun nilai reduksi pada pengamatan ke-6 lebih tinggi dibandingkan pada pengamatan ke-4 hal ini karena dilakukan penambahan air sebanyak 30% dimana penambahan air tersebut berpengaruh pada peningkatan kualitas air sehingga kemungkinan filter dapat mereduksi lebih baik dibandingkan pada pengamatan ke-4.

Hasil pengamatan pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Pertumbuhan kakap merah (a) pertumbuhan panjang dan berat mutlak, (b) kelangsungan hidup ikan kakap merah.

Hasil pengamatan (FCR) ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) selama penelitian dari nilai tertinggi sampai terendah yaitu pada perlakuan B (0,75); perlakuan A (0,83) dan perlakuan C (1,1). Faktor yang mempengaruhi jumlah konsumsi pada ikan adalah feeding habit, status fisiologi, berat ikan, suhu, konsentrasi oksigen, komposisi pakan, dan tingkat kesukaan (Hoar, 1979). Ikan kakap merah hidup pada kisaran salinitas 30 – 33 ppt serta suhu antara 5-32°C (Khairuman, 2008). Perbedaan nilai FCR pada setiap perlakuan diduga karena konsentrasi ammonia pada setiap perlakuan berbeda. Nilai FCR pada perlakuan filter arang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya dikarenakan konsentrasi ammonia pada perlakuan arang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Konsentrasi ammonia yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ikan menjadi stress akibat dari terganggunya proses pengikatan oksigen oleh darah, sehingga mengakibatkan nafsu makan ikan berkurang (Yudha, 2009).

Nilai FCR akan mempengaruhi pertumbuhan berat dan panjang ikan, hal ini terbukti karena adanya perbedaan panjang dan berat ikan pada setiap perlakuan. Pertumbuhan berat dan panjang tertinggi terdapat pada filter arang. Hal ini diduga karena kualitas air pada wadah pemeliharaan dengan filter arang lebih baik dibandingkan filter lainnya. Hal ini karena filter arang mampu menahan laju reduksi ammonia sehingga konsentrasi ammonia menurun. Konsentrasi ammonia yang rendah akan berpengaruh pada pertumbuhan ikan, hal tersebut sesuai dengan pendapat Silaban *et al* (2012) dan (Effendi, 2003). Ammonia merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan. Dari pernyataan tersebut dapat dilihat bahwa kadar ammonia mempengaruhi pertumbuhan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*). Pada perlakuan A,B dan C nilai ammonia tertinggi terdapat pada perlakuan C diikuti dengan perlakuan A dan B.

Selain pertumbuhan ikan ammonia juga berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan. Nilai kelangsungan hidup ikan kakap merah tertinggi sampai terendah yaitu pada perlakuan B (73%); perlakuan A (67%) dan perlakuan C (60%). Hal ini diduga karena perlakuan B dapat menekan tingkat reduksi ammonia dibandingkan perlakuan lainnya. Hal tersebut sesuai pendapat Sutisna dan Sutarmanto (1995) bahwa ammonia yang memenuhi syarat dapat membuat pertumbuhan dan kelangsungan ikan menjadi baik. Sedangkan Menurut Yudha (2009) dalam Silaban, *et al* (2012), Ikan tidak dapat mentoleransi konsentrasi ammonia yang terlalu tinggi karena dapat mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah dan pada akhirnya dapat mengakibatkan kematian.

KESIMPULAN

Penggunaan filter yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap reduksi ammonia pada pendederan dengan RAS. Penggunaan filter dengan bahan arang memberikan hasil yang paling baik untuk mengurangi konsentrasi ammonia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung yang telah membantu dan mendukung dalam pelaksanaan penelitian berupa peminjaman tempat, bantuan benih, pakan, dan fasilitas penunjang penelitian lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskoro, M. S., Wahyu, R. I., & Effendy, A.** (2004). *Migrasi dan Distribusi Ikan. Institut Pertanian Bogor. Departemen Pendidikan Nasional dan Sekolah Tinggi Perikanan.* Jakarta.
- Djawad, M.I., & N. Bertha.** (2009). Efektifitas Tiram Bakau (*Crassostrea sp*) dalam Mereduksi Cu pada Air Pemeliharaan Udang Windu (*Panaeus monodon*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2 (2): 1-10.
- Djokosetiyanto, D., A. Sunarma., & Widanarni.** (2006). Perubahan Ammonia (NH₃-N), Nitrit (NO₂-N) dan Nitrat (NO₃-N) Pada Media Pemeliharaan Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*) di dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 5(1): 13-20.
- Effendi, H.** (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan.* Kanisius, Yogyakarta. Hal 258.

- Erpiyana, A., Efendi, E., & Tarsim.** (2016). Model Siklus Nitrogen Pada Sistem Budidaya Akuaponik. *jurnal perikanan dan kelautan*, 7-8.
- Fauzzia, M., R. Izza, & W. Nyoman.** (2013). Penyisihan Amoniak dan Kekeruhan Pada Sistem Resirkulasi Budidaya Kepiting Dengan Teknologi Membran Biofilter. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 2(2): 155-161.
- Febriwahyudi, C.T., & W, Hadi.** (2012). Resirkulasi Air Tambak Bandeng Dengan Slow Sand Filter. *Jurnal Teknik Pomits* 1(1): 1-5.
- Hepher, B., & Pruginin, Y.** 1981. Commercial Fish Farming with Special Reference to Fish Culture in Israel. John Willey and Sons, New York.
- Hoar, W. S.** 1979. *Fish Physiology Vol. III Bioenergetics and Growth. Academic Press.* New York. Hal 270-340.
- Ika, R., & M. Rifa'i.** (2012). Pemanfaatan Photovoltalk Pada Sistem Otomasi Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. *Jurnal Eltek*, 10(2): 1693-4024.
- Jumaidi, A., Yulianto, H., & Efendi, E.** (2016). Pengaruh Debit Air Terhadap Perbaikan Kualitas Air Pada Sistem Resirkulasi Dan Hubungannya Dengan Sintasan Dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurame (Oshpronemus gouramy). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3-8.
- Khairuman, & Sudenda, D.** (2002). *Budidaya Patin Secara Intensif.* Jakarta: Swadaya.
- Lukman.** (2005). Uji Pemeliharaan Ikan Pelagi Irian (Melanotaenia boesemani) di Dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(1): 25-30.
- Marzuki, S. & R. Djamal.** (1992). Penelitian penyebaran, kepadatan stok dan beberapa parameter biologi induk kakap merah dan kerapu di perairan Laut Jawa dan Kepulauan Riau. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 68:49-65.
- Mifbakhuddin.** (2010). Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis. *Ekplanasi*, 5 (2) : 68-78.
- Mulyadi., Usman Tang., & Elda Sri Yani.** (2014). Sistem Resirkulasi Dengan Menggunakan Filter Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (Oreochromis niloticus). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(2) :117-124.
- Norjanna, F., Efendi, E., Hasani, Q.** (2014). Reduksi Amonia Pada Sistem Resirkulasi Dengan Penggunaan Filter Yang Berbeda. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 7-12
- Nugroho, R. A., Pambudi, L. T., Chilmawati, D., & Haditomo, A. H. C.** (2012). Aplikasi Teknologi Aquaponic pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 8(1), 46-51
- Nurchayono, E & Kasturi.** (2007). Aplikasi Sistem Resirkulasi Sederhana Dalam Percepatan Pemijahan Induk Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*) *Herbst. Laporan Tahunan.* Balai Budidaya Air Payau Takalar, Sulawesi Selatan.
- Permata, D., Indrayanti, E., Haryanti, D., Fika, L., Arfiyan, H., & Achmad, A.** (2012). *Biannual multispecific spawning in Karimunjawa Archipelago, Indonesia.* Coral Reefs, 31(3), 907-907.
- Prayogo., Beodi, S.R., & Abdul M.** (2012). Eksploritasi Bakteri Indigen Pada Pembentukan Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) Sistem Resirkulasi Tertutup. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 193-197.
- Putra, I., dan N.A. Pamukas.** (2011). Pemeliharaan Ikan Selais (*Ompok sp.*) dengan Resirkulasi, Sistem Aquaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 16(1): 125-131.
- Putra, S., Arianto, A., Efendi, E., Hasani, Q., & Yulianto, H.** (2014). Efektifitas Kijing Air Tawar (*Pilsbryoconcha Exilis*) Sebagai Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Laju Penyerapan Amoniak Dan Pertumbuhan. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 10-12.
- Ristiana, N., D. Astuti, & T.P. Kurniawan.** (2009). Keefektifan Ketebalan Kombinasi Zeolit dengan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Karangtengah Weru Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Kesehatan*, 2: 91-102.
- Rully, R.** (2011). Penentuan Waktu Retensi Sistem Akuaponik untuk Mereduksi Limbah Budidaya Ikan Nila Merah *Cyprinus sp.* Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Said, N. I., & Ruliasih.** (2005). Tinjauan Aspek Teknik Pemilihan Media Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Air Indonesia*, 1(3).
- Samsundari, S., & Wirawan, G. A.** (2015). Analisis penerapan biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap mutu kualitas air budidaya ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*, 8(2).
- Sarwono, H.A., H. Minjoyo, & Sudjiharno.** (1999). Penerapan rekayasa teknologi pemeliharaan larva ikan kakap merah, *Lutjanus johni* secara massal di bak terkendali. *Bulletin budidaya laut* 12, Lampung. Hal 9-14.
- Sidik, A.S.** (2002). Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Laju Nitrifikasi Dalam Budidaya Ikan Sistem Resirkulasi Tertutup. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 1(2): 47-51.

- Silaban, T.F., L. Santoso., & Suparmono.** (2012). Dalam Peningkatan Kerja Filter Air untuk Menurunkan Konsentrasi Amonia pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 1(1): 47-56.
- Soetomo.** (1989). Teknik Budidaya Ikan Lele Dumbo. Sinar Baru, Jakarta.
- Sugama, K. & B. Priono.** (2003). Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu. *W.Pen.Perik. Indonesia edisi akuakultur.* 9(3): 20-22.
- Suprihatin, S., & Herlambang, A.** (2010). Penyisihan Amoniak Dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Renged Dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 6(1):64-76.
- Sutisna, D. H., & Sutarmanto, R.** 1995. Pembenihan Ikan Air Tawar. Yogyakarta: Kanasius.
- Syafriadiman, N. A. Pamukas & Saberina.** (2005). Prinsip Dasar Pengolahan Kualitas Air. MM Press CV. Mina Mandiri, Pekanbaru. 132 Hal.
- Yudha, P. A.** 2009. Efektifitas penambahan zeolit terhadap kinerja filter air dalam sistem resirkulasi pada pemeliharaan ikan arwana *Sceleropages formosus* di akuarium. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Zidni L., A. Y. Iskandar & Y. Andriani.** (2017). Modifikasi Sistem Budidaya terhadap Kualitas Air dalam Budidaya Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 7(2): 125 – 135.
- Zonnefeld, N.E., A. Huisman & J.H. Boon,** (1991). *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan.* Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.