

## Studi Perbandingan Kualitas Air dengan Sistem Resirkulasi yang Berbeda pada Parameter Uji Amonia, Nitrit dan Nitrat

I Dewa Gede Tresna Yudiana<sup>1\*</sup>, Ni Nyoman Dian Martini<sup>2</sup>, Ida Bagus Jelantik Swasta<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Pendidikan Ganesha (Program Studi Akuakultur, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha), Singaraja-Bali

e-mail: ydewa588@gmail.com

### Abstrak

Permasalahan di bidang akuakultur seperti terbatasnya ketersediaan air dan rendahnya kualitas air akibat tingginya konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat sering terjadi pada kegiatan akuakultur. Optimalisasi penggunaan air dengan sistem resirkulasi merupakan salah satu upaya dalam mengatasi keterbatasan air serta kualitas air yang kurang baik. Selain itu metode filtrasi yang digunakan akan memberikan hasil yang baik pada sistem resirkulasi apabila filter yang dirancang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kualitas air dilihat dari kandungan amonia, nitrit dan nitrat yang diperoleh melalui sistem resirkulasi antara yang menggunakan tanaman pakcoy dan tidak menggunakan tanaman pakcoy dan untuk mengetahui sistem manakah yang lebih efektif dalam memperbaiki kualitas air dilihat dari kandungan amonia, nitrit dan nitrat. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen dengan rancangan acak lengkap. Subyek penelitian ini adalah kualitas air pada variabel amonia, nitrit dan nitrat. Data dikumpulkan dengan metode *simple random sampling* dan dianalisis dengan teknik analisis data deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kualitas air dilihat dari konsentrasi amonia, nitrit, dan nitrat diantara sistem resirkulasi yang berbeda dimana nilai kualitas air terbaik terdapat pada sistem resirkulasi dengan penambahan tanaman pakcoy.

**Kata kunci:** Amonia ( $NH_3$ ), Nitrat ( $NO_3$ ), Nitrit ( $NO_2$ ), Sistem Resirkulasi

### Abstract

Problems in the field of aquaculture such as limited water availability and low water quality due to high concentrations of ammonia, nitrite and nitrate often occur in aquaculture activities. Optimizing the use of water with a recirculation system is one of the efforts to overcome water limitations and poor water quality. In addition, the filtration method used will give good results in the recirculation system if the filter is designed properly. This study aims to determine the difference in water quality seen from the content of ammonia, nitrite and nitrate obtained through the recirculation system between using pakcoy plants and not using pakcoy plants and to find out which system is more effective in improving water quality in terms of ammonia, nitrite and nitrite content. nitrate. This research is an experimental research type with a completely randomized design. The subject of this research is water quality on ammonia, nitrite and nitrate variables. Data were collected by simple random sampling and analyzed by descriptive quantitative and qualitative. The results showed that there were differences in water quality seen from the concentrations of ammonia, nitrite, and nitrate between different recirculation systems where the best water quality values were found in the recirculation system with the addition of pakcoy plants.

**Keywords :** Ammonia ( $NH_3$ ), Nitrate ( $NO_3$ ), Nitrite ( $NO_2$ ), Recirculation System

## PENDAHULUAN

Budidaya perairan merupakan suatu kegiatan pemeliharaan organisme perairan tawar, payau maupun laut baik itu hewan ataupun tumbuhan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pangan. Ikan nila merupakan salah satu komoditas ikan air tawar yang banyak dibudidayakan di Indonesia, karena selain ikan nila digemari oleh masyarakat Indonesia sebagai ikan konsumsi, pertumbuhan ikan nila juga cukup cepat. Terbatasnya ketersediaan air dan kurang baiknya kualitas air akibat tingginya konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat merupakan masalah yang terjadi pada kegiatan akuakultur saat ini. Air limbah berupa limbah nitrogen seperti amonia, nitrit dan nitrat yang berasal dari endapan pakan yang tidak termakan dan feses ikan yang mengendap di dasar perairan. Limbah tersebut merupakan masalah nyata pada akuakultur dan tidak dapat dihindari karena pada proses pemeliharaan, ikan budidaya hanya memanfaatkan 20% - 30% nutrisi pakan (Gunadi & Hafsaridewi, 2008).

Sistem resirkulasi merupakan solusi dari masalah ketersediaan air terbatas dan kurang baiknya kualitas air akibat tingginya konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat. Sistem resirkulasi merupakan salah satu teknologi inovasi akuakultur berkelanjutan yang berfungsi untuk menghemat penggunaan air serta berfungsi untuk menjaga kualitas air media budidaya (Fauzia & Suseno, 2020). Dalam proses budidaya ikan dengan sistem resirkulasi, filter berperan penting dalam menjaga kualitas air agar tetap dalam keadaan baik. Sistem resirkulasi pada prinsip dasarnya memiliki mekanisme yaitu menkonversi amonia menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat yang memiliki kandungan racun yang rendah sehingga air media budidaya dapat dipergunakan kembali (Hapsari et al., 2020). Namun ketika nitrat jumlahnya melebihi ambang batas toleransi pada ikan tentunya akan mengganggu kelangsungan hidup ikan yang dibudidayakan (Mustofa, 2020).

Amonia dan nitrit jika konsentrasinya tinggi dalam media pemeliharaan akan menyebabkan kematian pada ikan (Wahyuningsih & Gitarama, 2020). Demikian pula dengan nitrat. Tingginya nitrat dapat menyebabkan terjadinya proses eutrofikasi yang dapat memicu terjadinya pertumbuhan alga secara cepat (*blooming*) sehingga dapat menurunkan konsentrasi oksigen terlarut pada malam hari (Mustofa, 2020). Banyak sistem resirkulasi dengan komponen filter yang beragam yang telah digunakan dalam budidaya perikanan saat ini, namun pada penelitian ini digunakan dua jenis sistem resirkulasi. Sistem pertama adalah sistem resirkulasi dengan filter fisika yang terdiri dari kapas filter dan batu kerikil dan filter biologi berupa bioball sebagai substrat bakteri yang ditambahkan dengan bubuk bakteri starter aquasehat. Sistem kedua adalah sistem resirkulasi yang sama dengan sistem pertama dan ditambahkan dengan filter biologis berupa filter tanaman pakcoy dalam instalasi pipa hidroponik.

Filter fisika berfungsi untuk memisahkan padatan-padatan yang berasal dari feses dan sisa pakan yang tidak termakan (Sidik et al., 2002). Filter biologi (bakteri) berfungsi untuk menkonversi limbah nitrogen seperti amonia menjadi nitrat yang tidak beracun dalam proses nitrifikasi (Hastuti, 2011). Filter tanaman pakcoy berfungsi sebagai biofilter yang dapat membantu mengurangi limbah nitrogen anorganik seperti amonia, nitrit dan nitrat dengan menyerap air dan zat hara melalui akar dan digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya (Prahesti et al., 2019).

Penggunaan sistem resirkulasi diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan air dan dapat menjaga kualitas air dalam kondisi terbaik. Peneliti ingin mengetahui manakah dari kedua sistem resirkulasi yang lebih efektif dalam menjaga kestabilan kualitas air dilihat dari parameter amonia, nitrit dan nitrat. Penelitian dilaksanakan di Desa Getakan, Klungkung, Bali.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Dusun Getakan, Desa Getakan, Kecamatan Banjarangkan, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali pada bulan Desember 2021 – Januari 2022.

## Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali pengulangan dalam 2 perlakuan. Dalam penelitian ini menggunakan metode sampel berupa metode *simple random sampling*. Subyek penelitian ini adalah kualitas air pada variabel amonia, nitrit dan nitrat. Obyek penelitian ini adalah pengaruh system resirkulasi antara yang tidak memakai tanaman pakcoy dengan yang memakai tanaman pakcoy terhadap konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat. Berikut adalah perlakuan yang digunakan :

Perlakuan A : menggunakan filter fisika berupa spons dan kapas saringan serta batu kerikil dan filter biologis dengan bioball dan bakteri starter merek aquasehat.

Perlakuan B : menggunakan sistem resirkulasi menggunakan filter fisika berupa spons dan kapas saringan serta batu kerikil dan filter biologis dengan bioball dan bakteri starter merek aquasehat dan ditambahkan tanaman pakcoy dengan menggunakan instalasi hidroponik dengan kepadatan 18 lubang tanam.

## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Palintest Photometer 7100 untuk mengukur amonia, nitrit dan nitrat, Water Quality Cheker HI 9829 Multiparameter untuk mengukur suhu, pH dan DO, Timbangan digital SF 400 untuk menimbang sampel, penggaris untuk mengukur panjang sampel dan pompa untuk mengalirkan air. Bahan yang digunakan adalah kolam terpal dengan ukuran 100x50x50 cm dengan volume air 200 litetr untuk wadah budidaya, pipa, kayu, ikan nila ukuran 7 – 10 cm dengan bobot 10 – 14 gram, bibit pakcoy, batu kerikil, kapas filter, bioball rokwool, pakan ikan dengan protein minimal 35%, lem pipa dan air PDAM yang sudah diendapkan selama 24 jam.

## Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang ditempuh dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bibit pakcoy.
2. Mempersiapkan wadah budidaya dan sistem resirkulasi yang digunakan.
3. Mempersiapkan air dan pakan.
4. Penebaran ikan dengan padat penebaran ikan menggunakan padat tebar sesuai dengan SNI : 01 – 6141 – 1999 yaitu 1 ekor/liter air..
5. Pemberian pakan.
6. Pengambilan data setiap minggu.

## Analisis Data

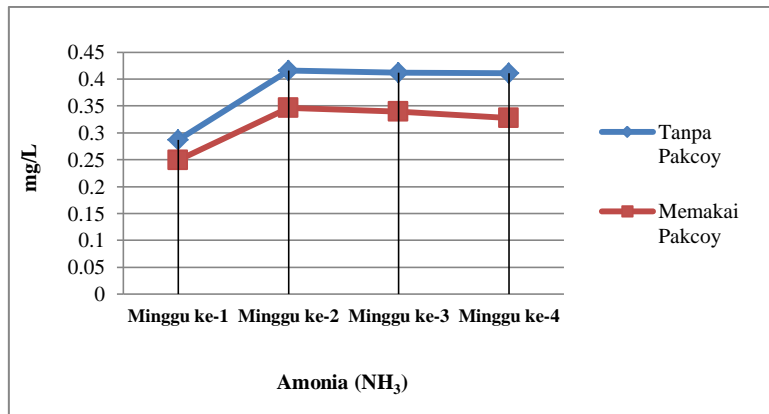
Data dikumpulkan dengan metode *simple random sampling* dan dianalisis dengan teknik analisis data deskriptif kuantitatif dan kualitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

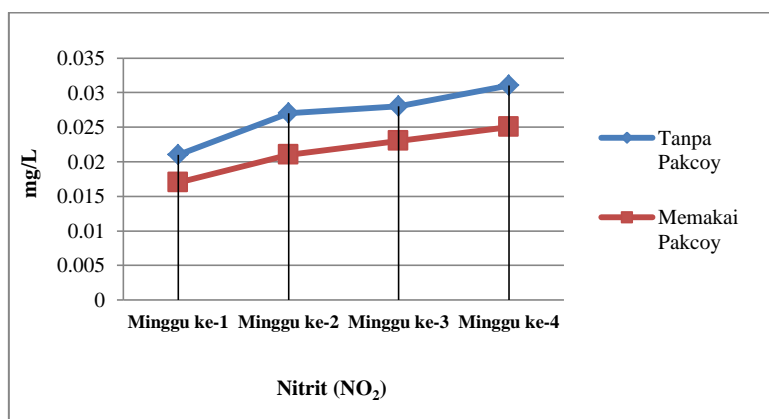
Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tanaman pakcoy berpengaruh pada kualitas air dilihat dari parameter amonia, nitrit dan nitrat. Nilai konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Perbandingan nilai konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat setiap minggu dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.

**Tabel 1. Nilai Amonia, Nitrit dan Nitrat**

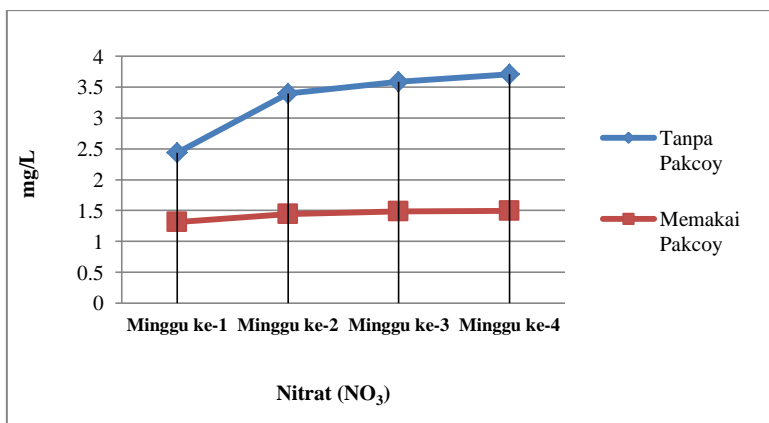
Parameter	Sistem Budidaya Resirkulasi	
	Tanpa Pakcoy	Ditambahkan Pakcoy
Amonia (mg/L)	0,381±0,064	0,316±0,048
Nitrit (mg/L)	0,027±0,005	0,021±0,004
Nitrat (mg/L)	3,282±0,633	1,435±0,094



Gambar 1. Nilai Rata-rata Amonia Setiap Minggu



Gambar 2. Nilai Rata-rata Nitrit Setiap Minggu



Gambar 3. Nilai Rata-rata Nitrit Setiap Minggu

## PEMBAHASAN

Konsentrasi ammonia, nitrit dan nitrat pada system resirkulasi dengan penambahan pakcoy lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi ammonia, nitrit dan nitrat pada system resirkulasi tanpa penambahan pakcoy. Tingginya nilai nitrat dibandingkan dengan amonia dan nitrit dari kedua perlakuan menunjukkan bahwa telah terjadinya proses nitrifikasi yang baik, begitupula dengan rendahnya nilai nitrit dibandingkan amonia dan nitrat juga menunjukkan bahwa telah terjadinya proses nitrifikasi yang baik (Mustofa, 2020). Hal tersebut dikarenakan secara alami reaksi nitrit menjadi nitrat jauh lebih besar dibandingkan perubahan amonia menjadi nitrit (Kabalmay *et al.*, 2017).

Lebih rendahnya nilai amonia, nitrit dan nitrat pada system resirkulasi dengan penambahan pakcoy diduga disebabkan karena tanaman pakcoy telah membantu menyerap amonia, nitrit dan nitrat melalui proses transpirasi. Penelitian Effendi *et al* (2015), menyatakan bahwa tanaman pakcoy mampu menurunkan kadar amonia bebas pada air media budidaya ikan lele pada sistem akuaponik.

Nilai konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat pada kedua perlakuan menunjukkan nilai konsentrasi yang layak untuk kegiatan budidaya perikanan. Konsentrasi amonia yang toksik bagi ikan yaitu dengan konsentrasi 0,6 – 2 mg/L (Boyd, 1979). Konsentrasi nitrit yang baik untuk budidaya ikan yaitu kurang dari angka 0,05 mg/L ((BBPBAT), 2005). Konsentrasi nitrat yang baik untuk budidaya ikan jenis tilapia yaitu sekitar 1 – 5 mg/L (Mustofa, 2020).

Konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat pada kedua perlakuan tidak melebihi angka toksik bagi ikan. Hal ini karena keberhasilan dari proses nitrifikasi dari kedua perlakuan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan proses nitrifikasi yaitu konsentrasi oksigen terlarut, suhu air dan pH air (Marsidi & Herlambang, 2002). Pada penelitian ini, berdasarkan hasil pengukuran suhu, pH dan oksigen terlarut (DO) menunjukkan nilai rata-rata kisaran suhu, pH dan oksigen terlarut (DO) secara berturut-turut berkisar antara 27,07°C – 28,17°C (suhu), 7,20 – 7,29 (pH) dan 5,27 mg/L – 5,86 mg/L (oksigen terlarut). Proses nitrifikasi akan dapat berjalan dengan baik apabila konsentrasi oksigen terlarut dalam air minimum lebih dari 1 mg/L, sedangkan untuk suhu yang baik dalam proses nitrifikasi yaitu berkisar diantara 8°C – 30°C, dan pH optimum bagi bakteri *nitrobacter* dan *nitrosomonas* yaitu 7,00 – 8,50 (Marsidi & Herlambang, 2002).

Laju pertumbuhan spesifik/harian (SGR) dan sintasan (SR) pada sistem resirkulasi dengan penambahan pakcoy lebih tinggi dibandingkan dengan pada sistem resirkulasi tanpa penambahan pakcoy. Hal ini dikarenakan kualitas air merupakan faktor yang mempengaruhi sintasan dan pertumbuhan ikan (Alfia *et al.*, 2013). Air yang dipergunakan sebagai media pemeliharaan ikan harus diperhatikan secara kontinu kualitasnya, supaya air yang dipergunakan memiliki kualitas yang baik sehingga ikan akan nyaman pada lingkungannya (Putra *et al.*, 2011).

Pada system resirkulasi dengan penambahan pakcoy, limbah nitrogen seperti amonia, nitrit dan nitrat telah diserap oleh tanaman melalui proses transpirasi dan limbah nitrogen digunakan sebagai nutrisi dalam proses pertumbuhannya. Hal ini menyebabkan konsentrasi limbah nitrogen amonia, nitrit dan nitrat pada system resirkulasi dengan penambahan pakcoy cenderung lebih rendah dan ikan akan lebih nyaman berada pada lingkungan dengan kondisi kualitas air yang lebih baik, sehingga laju pertumbuhan menjadi lebih baik. Pada perlakuan system resirkulasi tanpa penggunaan pakcoy didapatkan nilai pertumbuhan spesifik harian sebesar 0,33% sedangkan pada system resirkulasi dengan penambahan pakcoy didapat nilai sebesar 0,40%. Dapat diketahui bahwa pakan yang dikonsumsi oleh ikan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh ikan sebagai nutrisi pertumbuhan dan bukan digunakan untuk energi dalam proses adaptasi lingkungan.

Selain berpengaruh positif terhadap pertumbuhan, sistem resirkulasi dengan penambahan pakcoy juga berpengaruh positif terhadap kelangsungan hidup ikan nila yang dibudidayakan. Selama masa perlakuan sistem resirkulasi dengan penambahan pakcoy mampu memberikan nilai kelangsungan hidup sebesar 80,16%, dibandingkan dengan sistem resirkulasi tanpa memakai tanaman pakcoy sebesar 78,16%. Hasil pertumbuhan dan sintasan yang sejalan ini mengindikasikan hubungan antara kualitas air, pertumbuhan dan sintasan ikan nila yang dibudidayakan dalam sistem resirkulasi dengan penambahan tanaman pakcoy dan sistem resirkulasi yang tidak memakai tanaman pakcoy.

## SIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini system resirkulasi dengan penambahan pakcoy dan system resirkulasi tanpa penambahan pakcoy memberikan pengaruh positif terhadap kualitas air terutama pada parameter amonia, nitrit, dan nitrat serta kualitas air dilihat dari variabel amonia, nitrit dan nitrat lebih baik menggunakan sistem resirkulasi dengan penambahan tanaman pakcoy.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmatnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing serta pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, D., Mose, N. I., & Tomaso, A. M. (2018). Kajian Kualitas Air (Suhu, Do, pH, Amonia, Nitrat) Pada Sistem Akuaponik Untuk Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 4(1), 23–26.
- Budiana, N.S. dan Fathulloh. 2020. *Akuaponik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Damanik, B. H., Hamdani, H., Riyantini, I., & Herawati, H. (2018). Uji Efektivitas Bio Filter dengan Tanaman Air untuk Memperbaiki Kualitas Air Pada Sistem Akuaponik Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 134–142. <http://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/18233>
- Diansari, R. V. R., Arini, E., & Elfitasari, T. (2013). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Zeolit. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3), 37–45.
- Effendi, H., Amalrullah Utomo, B., Maruto Darmawangsa, G., & Elfida Karo-Karo, R. (2015). Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) dengan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) Dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Ecolab*, 9(2), 80–92. <https://doi.org/10.20886/jklh.2015.9.2.80-92>
- Fahrizal, A., & Nasir, M. (2017). Pengaruh Penambahan Probiotik Dengan Dosis Berbeda Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Rasio Konversi Pakan (FCR) Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Median*, 9(1), 69–80.
- Fauzia, S. R., & Suseno, S. H. (2020). Resirkulasi Air untuk Optimalisasi Kualitas Air Budidaya Ikan Nila Nirwana (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(5), 887–892.
- Ghodang, Hironymus dan Hantono. 2020. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Medan: Penerbit Mitra Grup.
- Gunadi, B., & Hafsaridewi, R. (2008). Pengendalian Limbah Amonia Budidaya Ikan Lele Dengan Sistem Heterotrofik Menuju Sistem Akuakultur Nir-Limbah. *Jurnal Riset Akuakultur*, 3(3), 437–448. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15578/jra.3.3.2008.437-448>
- Hapsari, A. W., Hutabarat, J., & Harwanto, D. (2020). Aplikasi Komposisi Filter yang Berbeda Terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 4(1), 39–50. <https://doi.org/10.14710/sat.v4i1.6437>
- Hastuti, Y. P. (2011). Nitrifikasi dan Denitrifikasi di Tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(1), 89–98.
- Hidayat, A. A. 2021. *Cara Mudah Menghitung Besar Sampel*. Surabaya: Health Books Publishing.
- Isroni, W., Setyawati, D., & Maulida, N. (2019). Studi Komunitas Bakteri pada Sistem Resirkulasi pada Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 8(3), 159. <https://doi.org/10.20473/jafh.v8i3.15059>
- Istiqomah, D. A., Suminto, S., & Harwanto, D. (2018). Efek Pergantian Air dengan Persentase Berbeda Terhadap Kelulushidupan, Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Benih Monosex Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1), 46–54. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/20368/19200>
- Jacinda, A. K., Yustiati, A., & Andriani, Y. (2021). Aplikasi Teknologi Resirculating Aquaculture System (RAS) di Indonesia; A Review. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 11(1), 43–49.

- Jannah, M., Zulpikar, & Muliani. (2021). Aplikasi Teknologi Akuaponik Dengan Kombinasi Substrat yang Berbeda Terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(3), 138–145.
- Kabalmay, A. A., Pangemanan, N. P. L., & Undap, S. L. (2017). Pengaruh Kualitas Fisika Kimia Perairan Terhadap Usaha Budidaya Ikan di Danau Bulilin Kabupaten Minahasa Tenggara. *E-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 5(2), 15–26. <https://doi.org/10.35800/bdp.5.2.2017.16628>
- Khairuman, H. dan Khairul Amri. 2013. *Budidaya Ikan Nila*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Kordi, M. G. H. 2013. *Budidaya Nila Unggul*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Larasati, C., Mahasri, G., & Kusnoto. (2020). Korelasi Kualitas Air Terhadap Prevalensi Ektoparasit Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Keramba Jaring Apung Program Urban Farming Kota Surabaya , Jawa Timur. *Journal of Marine and Coastal Science*, 9(1), 12–20.
- Marsidi, R., & Herlambang, A. (2002). Proses Nitrifikasi Dengan Sistem Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah Yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3), 195–205.
- Mulyani, R., & Haris, R. B. K. (2021). Penambahan Tepung Manggot Pada Pelet Tepung Komersil Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 16(2), 72–81.
- Mustofa, Arif. 2020. *Pengelolaan Kualitas Air untuk Akuakultur*. Jepara: Unisnu Press.
- Nazlia, S., & Zulfiadi. (2018). Pengaruh Tanaman Berbeda Pada Sistem Akuaponik Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 5(1), 14–18. <https://doi.org/10.29103/aa.v5i1.527>
- Nugroho, A., Arini, E., & Elfitasari, T. (2013). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Arang. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3), 94–100. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jfpik>
- Nurhasanah, S., Komariah, A., Hadi, R. A., & Indriana, K. R. (2021). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Varietas Flamingo Akibat Perlakuan Macam Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair Bayfolan. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(3), 949–954. <https://stp-mataram.e-journal.id/JIP/article/download/778/629/>
- Patti, P. ., Kaya, E., & Silahooy, C. (2012). Analisis Status Nitrogen Tanah Dalam Kaitannya Dengan Serapan N oleh Tanaman Padi Sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, 2(1), 51–58.
- Pilay, T. V. R. 2004. *Aquaculture and the Environment*, Second Edition. UK: Blackwell Publishing.
- Prahesti, J., Jumadi, R., & Rahim, A. R. (2019). Penggunaan Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 2(2), 68. <https://doi.org/10.30587/jpp.v2i2.994>
- Pratama, D., Willy, & Manan, A. (2017). Effect Addition of Different Probiotic in Aquaponic Systems towards Water Quality in Aquaculture Catfish (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture Science*, 1(1), 27–35.
- Pratama, M. A., Arthana, I. W., & Kartika, G. R. A. (2021). Fluktuasi Kualitas Air Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Beberapa Variasi Sistem Resirkulasi. *Current Trends in Aquatic Science*, 4(1), 102–107.
- Putra, I., Setiyanto, D., Wahyuningrum, D., (2011). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila *Oreochromis niloticus* dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 16(1), 56–63.
- Rahayu, N. C. P. (2019). *Perbedaan Tanaman Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*), Cabai (*Capsicum frutescens L.*), dan Terong (*Solanum melongena L.*) Pada Penyerapan Amonia (NH<sub>3</sub>), Nitrit (NO<sub>2</sub>) dan Nitrat (NO<sub>3</sub>) Air Budidaya Ikan Lele Dumbo*

- (*Clarias sp.*) Pada Sistem Akuaponik. Skripsi. Program Studi Akuakultur, Universitas Airlangga.
- Roflin, Eddy., dkk. 2021. *Populasi, Sampel, Variabel dalam Penelitian Kedokteran*. Jawa Tengah: Nasya Expanding Management.
- Setiadi, E., Widyastuti, Y. R., & Prihadi, H. T. (2018). Water Quality, Survival, and Growth of Red Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Cultured in Aquaponics System. *E3S Web of Conferences*, 47(1), 1–8. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184702006>
- Setyono, D. E. D. (2012). Akuakultur Dengan Sistem Resirkulasi. *Oseana*, 37(3), 45–50.
- Sidik, A.S., Sarwono, & Agustina. (2002). Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Laju Nitrifikasi Dalam Budidaya Ikan Sistem Resirkulasi Tertutup. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 1(2), 47 - 51.
- Silaban, T., Santoso, L., & Suparmono, S. (2012). Pengaruh Penambahan Zeolit Dalam Peningkatan Kinerja Filter Air Untuk Menurunkan Konsentrasi Amoniak Pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1), 47–56. <https://doi.org/10.23960/jrtbp.v1i1.104p47-56>
- Utami, T. S. B., Hasan, Z., Syamsuddin, M. L., & Hamdani, H. (2019). Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) dengan Beberapa Tanaman Sayuran Dalam Sistem Resirkulasi Akuaponik. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, X(2), 81–88.
- Wahyudi. 2010. *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Wahyuningsih, S., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112–125. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i2.929>
- Zidni, I., Iskandar, Rizal, A., Andriani, Y., & Ramadan, R. (2019). Efektivitas sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda terhadap kualitas air media budidaya ikan. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 81–94. <https://jurnal.untirta.ac.id>