

**Penggunaan Filter dan Biofilter Terintegrasi Guna
Mereduksi Kadar Amonia dalam Sistem Akuaponik**

Skripsi



Fista Yohana Tanaya

31160016

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2020**

**Penggunaan Filter dan Biofilter Terintegrasi Guna
Mereduksi Kadar Amonia dalam Sistem Akuaponik**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana



Fista Yohana Tanaya

31160016

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA**

2020

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fista Yohana Tanaya
NIM : 31160016
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“PENGUNAAN FILTER DAN BIOFILTER TERINTEGRASI GUNA
MEREDUKSI KADAR AMONIA DALAM SISTEM AKUAPONIK”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 14 Desember 2020

Yang menyatakan



(Fista Yohana Tanaya)
NIM. 31160016

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

**PENGGUNAAN FILTER DAN BIOFILTER TERINTEGRASI GUNA
MEREDUKSI KADAR AMONIA DALAM SISTEM AKUAPONIK**

Telah diajukan oleh :

Fista Yohana Tanaya

31160016

Dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana
Dan Dinyatakan DITERIMA Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Pada Tanggal 9 September 2020

Nama Dosen

Tanda Tangan

1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, SU.
(Ketua Tim Penguji / Dosen Penguji I)
2. Drs. Kisworo, M.Sc.
(Dosen Pembimbing Utama / Dosen Penguji II)
3. Drs. Guruh Prihatmo, M.S.
(Dosen Pembimbing Pendamping / Dosen Penguji III)



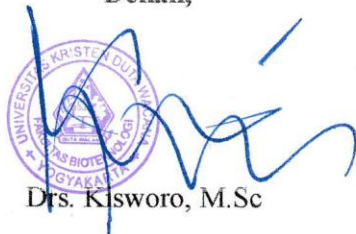
DUTA WACANA

Yogyakarta, 9 September 2020

Disahkan Oleh:

Dekan,

Ketua Program Studi,



Drs. Kisworo, M.Sc



Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Penggunaan Filter dan Biofilter Terintegrasi
Guna Mereduksi Kadar Amonia dalam Sistem
Akuaponik
Nama Mahasiswa : Fista Yohana Tanaya
Nomor Induk Mahasiswa : 31160016
Hari/Tanggal Ujian : Rabu, 9 September 2020

Disetujui Oleh,

Pembimbing I



(Drs. Kisworo, M. Sc.)

NIK: 874E054

Pembimbing II



(Drs. Guruh Prihatmo, M.S.)

NIK: 874E055

Ketua Program Studi



(Drs. Aniek Prasetyaningsih, M.Sc.)

NIK: 884 E 075

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fista Yohana Tanaya

NIM : 31160016

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Penggunaan Filter dan Biofilter Terintegrasi Guna Mereduksi Kadar Amonia dalam Sistem Akuaponik”

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 9 September 2020



Fista Yohana Tanaya

31160016

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi dengan judul **“Penggunaan Filter dan Biofilter Terintegrasi Guna Mereduksi Kadar Amonia dalam Sistem Akuaponik”** disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains (S.Si.).

Penulis menyadari penyelesaian proses pembuatan laporan ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan semangat dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang memberi kasih karuniaNya dalam upaya pengerjaan skripsi ini sehingga dapat selesai dan bermanfaat bagi semua.
2. Orang Tua yang saya cintai, Indra Setiawan dan Tience Agustinewaty, yang selalu memberikan doa dan dukungan baik secara materi maupun rohani dan selalu menyemangati saya dalam pembuatan skripsi ini.
3. Ivan sebagai pacar saya yang selalu membantu, mendukung, dan memberi saya semangat dalam mengerjakan skripsi ini.
4. Drs. Kisworo, M. Sc. selaku dosen pembimbing utama dan Drs. Guruh Prihatmo, M.S. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu dan tenaga serta ilmu dalam membimbing saya selama pembuatan skripsi ini.

Akhir kata, dengan tanpa mengurangi rasa hormat saya ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu saya dalam segala hal demi melancarkan skripsi ini, semoga Tuhan selalu menyertai dan memberikan yang terbaik bagi kita semua. Amin.

Yogyakarta, 9 September 2020

Fista Yohana Tanaya

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL BAGIAN DALAM	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
HALAMAN PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Akuaponik	4
2.2. Model Akuaponik	5
2.3. Komponen Akuaponik	7
2.3.1. Sistem Resirkulasi (<i>Recirculating Aquaculture System</i>).....	7
2.3.2. Ikan Lele Sangkuriang (<i>Clarias gariepinus</i>).....	7
2.3.3. Biofilter Kangkung Air (<i>Ipomoea aquatica</i>).....	9
2.3.4. Filter	10
2.3.5. Bakteri Nitrifikasi	10
2.4. Amonia.....	11
2.4.1. Suhu	12

2.4.2. Tingkat Keasaman (pH)	12
2.4.3. Oksigen Terlarut (<i>Dissolved Oxygen</i> / DO)	12
2.4.4. <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	13
2.4.5. <i>Total Dissolve Solid</i> (TDS)	13
BAB III METODOLOGI	14
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	14
3.2. Parameter yang Diukur	15
3.3. Alat dan Bahan.....	15
3.4. Rancangan Penelitian.....	16
3.5. Langkah Kerja.....	16
3.5.1. Persiapan	16
3.5.1.1. Studi Pustaka.....	16
3.5.1.2. Persiapan Ikan dan Semai Tanaman.....	16
3.5.2. Pengamatan dan Pengambilan Data.....	17
3.5.3. Analisa Data dan Sampel	17
3.5.3.1. Kandungan Amonia.....	17
3.5.3.2. <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD).....	18
3.5.3.3. Kualitas Air	18
3.5.3.4. Pertumbuhan Ikan	19
3.5.3.4. Pertumbuhan Tanaman.....	20
3.5.4. Laporan	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Kualitas Air.....	22
4.2. Reduksi Amonia dalam Sistem Akuaponik Terintegrasi.....	24
4.3. Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (<i>Clarias gariepinus</i>).....	29
4.4. Pertumbuhan Tanaman Kangkung Air (<i>Ipomoea aquatic Forsk</i>)	31
BAB V KESIMPULAN	35

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
3.1	Waktu Penelitian	14
4.1	Hasil Pengamatan Kualitas Air Pada Sistem Akuaponik	22
4.2	Hasil Pengujian Amonia Pada Sistem Akuaponik	24
4.3	Hasil Pengamatan Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (<i>Clarias gariepinus</i>) Pada Sistem Akuaponik	29
4.4	Hasil Pengamatan Pertumbuhan Kangkung Air (<i>Ipomoea aquatic Fosk.</i>)	32

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Ilustrasi akuaponik model media bed (Somerville, dkk., 2014)	5
2.2	Ilustrasi akuaponik model Nutrient Film Technique (NFT) dan Deep Film Technique (DFT) (Somerville, dkk., 2014)	6
2.3	Ilustrasi akuaponik model Deep Water Culture (DWC) (Somerville dkk.,2014)	6
2.4	Ikan lele sangkuriang (<i>Clarias gariepinus</i>) (Nasrudin, 2010)	8
2.5	Kangkung air (<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk.) (Vymazal, dkk., 2008)	9
3.1	Desain Kolam Ikan	17
4.1	Grafik Perubahan Kadar Amonia Pada Kolam, Filter, dan <i>Biofilter</i> dalam Sistem Akuaponik	26
4.2	Grafik Tingkat Reduksi Amonia Pada Sistem Akuaonik	28
4.3	Laju Pertumbuhan Ikan Lele Selama Masa Penelitian	30
4.4	Kondisi Tanaman Kangkung Air Pada Minggu ke-2	32
4.5	Kondisi Tanaman Kangkung Air Pada Minggu ke-4	32
4.6	Laju Pertumbuhan Tanaman Kangkung Selama Masa Penelitian	33

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	Hasil Pengujian Amonia Pada Minggu ke-1
2	Hasil Pengujian Amonia Pada Minggu ke-2
3	Hasil Pengujian Amonia Pada Minggu ke-3
4	Hasil Pengujian Amonia Pada Minggu ke-4

©UKDWN

ABSTRAK

Penggunaan Filter dan Biofilter Terintegrasi Guna Mereduksi Kadar Amonia dalam Sistem Akuaponik

FISTA YOHANA TANAYA

Semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan bahan pangan seperti sayuran kangkung dan ikan lele juga semakin meningkat. Guna memenuhi kebutuhan pangan tersebut diperlukan sistem akuaponik, dimana sistem akuaponik mampu menghasilkan dua produk sekaligus berupa sayuran dan ikan. Namun untuk membudidayakan sayuran dan ikan dalam akuaponik memiliki kendala, kendala tersebut berupa amonia yang dihasilkan dari sisa metabolisme ikan. Konsentrasi amonia yang tinggi dalam sistem akuaponik dapat menyebabkan kematian bagi ikan dan tanaman, serta bila dilepaskan langsung ke lingkungan dapat menyebabkan masalah eutrofikasi. Untuk mengurangi konsentrasi amonia dalam sistem akuaponik diperlukan filter dan biofilter yang terintegrasi, dimana dengan adanya filter dan biofilter yang terintegrasi diharapkan mampu mereduksi amonia hingga dibawah batas aman dan dapat meningkatkan produktivitas ikan dan tanaman. Penelitian ini dilakukan selama empat minggu dengan tiga kali pengulangan pengambilan sampel pada kolam, filter, dan biofilter, serta parameter yang diukur berupa kadar amonia, suhu, pH, DO (*Dissolve Oxygen*), TDS (*Total Dissolve Solid*), dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan pertumbuhan ikan serta tanaman. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan filter dan biofilter yang terintegrasi mampu mereduksi amonia, dimana reduksi amonia tertinggi terdapat pada minggu ke-4 dengan hasil reduksi sebesar 2,98 ppm. Pada pertumbuhan rata-rata berat ikan lele dan tanaman kangkung di minggu ke-1 hingga minggu ke-2 sebesar 13,47 gram untuk ikan lele dan 2,27 gram untuk tanaman kangkung merupakan yang tertinggi.

Kata kunci: akuaponik, reduksi, amonia, biofilter, filter

ABSTRACT

Use of Integrated Filters and Biofilter to Reduce Ammonia Levels in the Aquaponic System

FISTA YOHANA TANAYA

Increasing population growth, the need for food ingredients such as kale vegetables and catfish are also increasing. To meet these food needs effectively and efficiently the aquaponics system can be used, this is because the aquaponics system is able to produce two products at once in the form of vegetables and fish. But to cultivate vegetables and fish in aquaponics has constraints, these constraints are in the form of ammonia that is produced from fish metabolism. High ammonia concentrations in the aquaponic system can cause death to fish and plants, and if released directly into the environment can cause eutrophication problems. To reduce the concentration of ammonia in an aquaponic system, an integrated filter and biofilter is needed, where the presence of an integrated filter and biofilter is expected to reduce ammonia to below the safe limit and can increase the productivity of fish and plants. This research was conducted for four weeks with three repetitions of sampling in ponds, filters, and biofilters, as well as parameters measured in the form of ammonia levels, temperature, pH, DO (Dissolve Oxygen), TDS (Total Dissolve Solid), and Biochemical Oxygen Demand (BOD), and fish and plant growth. The results of this study indicate that the use of an integrated filter and biofilter is able to reduce ammonia, where the highest ammonia reduction was found at week 3 to week 4 with a reduction result of 2.98 ppm. In the average growth weight of catfish and kale plants in week 1 to week 2 of 13.47 grams for catfish and 2.27 grams for kale plants is the highest.

Keywords : *aquaponic, reduction, ammonia, biofilter, filter*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di dunia kebutuhan akan konsumsi sayuran dan daging akan ikut meningkat, sehingga diperlukan sistem budidaya yang dapat menghasilkan kedua produk tersebut secara efektif dan efisien. Salah satu sistem yang mampu menjawab tantangan tersebut adalah akuaponik, sistem budidaya akuaponik merupakan gabungan antara sistem budidaya akuakultur dengan sistem budidaya tanaman hidroponik dalam sistem resirkulasi (Nugroho, R.A, dkk., 2012). Pada sistem ini kotoran (sisa metabolisme dan sisa pakan) hasil akuakultur dimanfaatkan sebagai nutrisi bagi pertumbuhan tanaman (Graber dan Junge, 2009; Wahyuningsih, Sri., dkk., 2015).

Sisa metabolisme ikan mengandung 80-90% amonia dan 10% urea (Norjanna, Fitri., dkk., 2015). Kandungan amonia dalam air sendiri terdiri dari amonia yang tak terionisasi (NH_3) dan amonia terionisasi atau amonium (NH_4^+). Kedua jenis ammonia ini disebut *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) (Wahyuningsih, Sri., dkk., 2015). Tumbuhan dapat menyerap amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) hasil metabolisme ikan sebagai sumber nutrisi dengan bantuan bakteri nitrifikasi (Graber dan Junge, 2009; Lund, 2014; Norjanna, dkk., 2015). Kandungan amonia juga dapat berdampak negatif bagi sistem akuaponik, dimana kadar amonia yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan insang, menghambat pertumbuhan ikan, dan kematian pada ikan serta tanaman. Apabila bila dilepas pada ekosistem amonia dapat menyebabkan eutrofikasi dan masalah lingkungan lainnya (Hastuti dan Subandiyono, 2011; Hu, dkk., 2015). Dengan demikian dalam sistem akuaponik diperlukan penanganan khusus berupa reduksi terhadap kadar amonia.

Reduksi amonia (NH_3) oleh sayuran dalam akuaponik memiliki keterbatasan yang mana hanya sekitar 58% dari *Total Amonia Nitrogen* (TAN)

(Setijaningsih, 2009) dan dalam penerapannya tingkat reduksi amonia akan berkurang seiring pertumbuhan tanaman (Effendi, 2003). Penggunaan sistem resirkulasi sendiri mampu menurunkan tingkat konsentrasi amonia hingga kisaran 31-43% (Djoko setiyanto, dkk., 2006; Putra dan Pamukas, 2011). Seiring lamanya waktu budidaya akan terjadi akumulasi kandungan amonia akibat tidak efektifnya biofilter dan sistem resirkulasi, sehingga diperlukan penambahan komponen akuaponik yang dapat mereduksi kadar amonia.

Salah satu solusi dari pemmasalahan ini adalah penambahan filter berupa zeolit dan arang aktif. Filter zeolit dan arang aktif ini dapat menjernihkan air dan menetralsasi senyawa amoniak yang toksik menjadi senyawa nitrat dengan proses nitrifikasi (Widayat, dkk., 2010). Dengan demikian diharapkan penambahan filter dalam sistem akuaponik dapat mereduksi kadar amonia, sehingga kadar amonia diharapkan dapat dibawah kadar ambang batas yaitu sebesar $<0,8$ ppm (BBPBAT, 2005).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh filter dan biofilter yang terintegrasi dalam mereduksi amonia pada sistem akuaponik?
2. Bagaimana produktivitas ikan dan tanaman pada sistem akuaponik?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh filter dan biofilter yang terintegrasi dalam mereduksi amonia pada sistem akuaponik.
2. Mengetahui produktivitas ikan dan tanaman pada sistem akuaponik.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi mahasiswa;
 - a. Meningkatkan kemampuan dalam menganalisa dan mengatasi permasalahan dalam proses penelitian.
 - b. Sarana aplikasi ilmu yang telah didapat selama masa perkuliahan.

- c. Menyelesaikan kurikulum Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta yang menjadi syarat kelulusan dan mendapatkan gelar sarjana pada program Strata Satu (S1).
2. Manfaat bagi institusi:
 - a. Memperkenalkan Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta pada masyarakat dan kalangan akademisi bidang terkait.
 - b. Memberikan tambahan referensi yang berupa laporan skripsi kepada perpustakaan Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.
 3. Manfaat bagi masyarakat (petani):
 - a. Memberikan referensi bagi petani akuaponik bahwa amonia berperan penting bagi tingkat produksi ikan dan tanaman.

BAB V

KESIMPULAN

1. Penggunaan filter dan biofilter yang terintegrasi dalam penelitian ini terbukti mampu mereduksi amonia, akan tetapi jumlah filter dan biofilter tidak mampu mengimbangi laju pertambahan sisa metabolisme sehingga kadar amonia melebihi nilai batas aman.
2. Produktivitas ikan lele selama masa penelitian sangat dipengaruhi oleh amonia dan DO. Peningkatan kadar amonia hingga diatas nilai ambang batas dapat menghambat laju pertumbuhan ikan lele, dan rendahnya kadar DO dapat meningkatkan efek toksisitas amonia sehingga menyebabkan kematian pada ikan lele.
3. Produktivitas tanaman kangkung selama masa penelitian dipengaruhi oleh kadar amonia, tingkat kekeruhan, dan hujan yang terjadi diakhir masa penelitian. Produktivitas tanaman kangkung akan menurun seiring meningkatnya kadar amonia, dimana kadar amonia yang tinggi akan memperlambat tanaman kangkung untuk menyerap nutrisi. Air yang terlalu kekeruhan juga dapat menyebabkan pembusukan terhadap batang tanaman kangkung, dimana salah satu penyebab terjadinya kekeruhan adalah hadirnya hujan pada masa akhir penelitian.
4. Kualitas air selama masa penelitian pada parameter suhu dan pH masih berada dalam batas aman, hanya pada parameter amonia, DO, dan TDS yang mengalami fluktuasi. Produktivitas ikan lele dan tanaman kangkung dalam penelitian ini dipengaruhi oleh kadar parameter amonia, DO, dan TDS.

DAFTAR PUSTAKA

- Adewolu MA, Adeniji CA, Adejobi AB. 2008. Feed utilization, growth and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings cultured under different photoperiods. *Aquaculture*. 283:64-67
- Ahmadi H, Iskandar & E Kurniawati. 2012. Pemberian Probiotik dalam Pakan terhadap Pertumbuhan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada pendederan II. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3 (4): 99-107.
- Alamsyah, A., dan A Damayanti. 2013. Pengaruh Arang Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok untuk Pengolahan Air Limbah Tahu dengan Variasi Konsentrasi. *Jurnal Teknik Pomits* 2: 6-9.
- Anjani, P. T., & Kusdarwati, R. (2017). Pengaruh Teknologi Akuaponik Dengan Media Tanam Selada (*Lactuca sativa*) Terhadap Pertumbuhan Belut (*Monopterus albus*), 6(2).
- Armansyah, R. 2010. Waktu Paparan Listrik dalam Media Bersalinitas 3 PPT dan Kelangsungan Hidup Serta Pertumbuhan Benih Ikan Maskoki Mutiara *Carrasius auratus* Pada Sistem Resirkulasi. [Skripsi]. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Biosel: Biology Science and Education*, 4(1), 83-93.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Cara Uji Oksigen Terlarut secara Yodometri SNI 06-6989.14-2004. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. BSN, 2009. SNI Air dan Air Limbah Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD). SNI, 6989, Jakarta.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT). 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang *Clarias sp.* Sukabumi

- Darmayanti, L. Yohanna L., dan Josua MTS. 2011. Pengaruh Penambahan Media pada Sumur Resapan Dalam Memperbaiki Kualitas Air Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Sains dan Teknologi* 10: 61-66.
- Dasuki A, Auta J, Oniye SJ. 2013. Effect of stocking density on production of *Clarias gariepinus* (tuegels) in floating bamboo cages at Kubanni Reservoir, Zaria, Nigeria. *Bajopas*. 6(1):112 – 117
- Dauhan, R. E. S., Efendi, E. & Suparmo., 2014. Efektifitas Sistem Akuaponik Dalam Mereduksi Konsentrasi Amonia pada Sistem Budidaya Ikan. *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, Volume III.
- Dewantoro, G.W. 2001. Fekunditas dan produksi larva pada ikan cupang (*Betta splendens* Regan) yang berbeda umur dan pakan alaminya. Fakultas Biologi, Universitas Nasional Jakarta. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 1. (2): 49 – 52.
- Diver, S. 2006. *Aquaponics–Integration of Hydroponics and Aquaculture. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA)*.
- Djokosetiyanto, D., A. Sunarma., dan 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*, V (1): 13-20.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Effendi, I. N.J. Bugri, dan Widanarni. 2006. Pengaruh padat penebaran terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gurami *Osphronemus gouramy*. ukuran 2 cm. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(2): 127-135.
- Effendi, H. Bagus Amarullah, U B. Darmawangsa, G M. Karo karo, R E. 2016. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) Dengan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) Dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) Dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Ecolab*.9 (2): 47104.

- Endut A, A Jusoh, N Ali, WB Wan Nik and A Hassan. 2009. Effect of Flow Rate on Water Quality Parameters and Plant Growth of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) in An Aquaponic Recirculating System. *Desalination and Water Treatment. Desalination Publication 5*, 19-28
- Farida, N. F., Abdullah, S. H., & Priyati, A. 2017. Analisis Kualitas Air Pada Sistem Pengairan Akuaponik. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(2), 385-394.
- Graber, A. & Junge, R.,. 2009. Aquaponic System : Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Elsevier*, pp. 147-156.
- Haslam, S.M. 1995. *River Pollution and Ecological Perspective*. John Wiley and Sons, Chichester, UK. 253 hal.
- Hastuti, S., dan Subandiyono. 2011. Performa Hematologis Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dan Kualitas Air Media pada Sistem Budidaya dengan Penerapan Kolam Biofilter. *Jurnal Saintek Perikanan* 6:1-5.
- Hendriana A. 2010. *Pembesaran Lele di Kolam Terpal*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hu Z., Lee J. W., Chandran K., Kim S., Brotto A. C., Khanal S. K., 2015. Effect of plant species on nitrogen recovery in aquaponics. *Bioresource Technology* 188:92-98.
- Ismail, A., 2003, Determination of Vita min C, a-caroten, and Riboflavin Contents in Five Green Vegetables Organically and Conventionally Grown, *MalJ Nur*, 9:31-39.
- Indah LS, Hendrarto B, Soedarsono P. 2014. Kemampuan eceng gondok (*Eichhornia sp.*), kangkung air (*Ipomoea sp.*), dan kayu apu (*Pistia sp.*) dalam menurunkan bahan organik limbah industri tahu (skala laboratorium). *Diponegoro Journal Of Maquares*. 3(1):1-6.
- Jampeetong A, Brix H, Kantawanichkul S. 2012. Effects of inorganic nitrogen forms on growth, morphology, nitrogen uptake capacity and nutrient

allocation of four tropical aquatic macrophytes (*Salvinia cucullata*, *Ipomoea aquatica*, *Cyperus involucratus*, and *Vetiveria zizanioides*). *Aquatic Botany*. 97 :10- 16.

Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Kusumaningtyas MA, Bramawanto R, Daulat A, Pranowo WS. 2014. Kualitas Perairan Natuna pada Musim Transisi. *Depik*, 3 (1): 10-20.

Lennard, W.A. and B.V. Leonard. 2006. A comparison of three different hydroponicsub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an aquaponictest system. *Aquac. Int.* 14:539–550.

Lestari W. 2013. Penggunaan *Ipomoea aquatica* Forsk. untuk fitoremediasi limbah rumah tangga. *Semirata 2013 FMIPA Universitas Lampung*. Lampung, Indonesia. Halaman 441– 446.

Lukman. 2005. Uji Pemeliharaan Ikan Pelagi Irian (*Melanotaenia Boesemani*) Di Dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, V (1): 25-30

Lund, J. 2014. *Aquaculture Effluents as Fertilizer in Hydroponic Cultivation: A Case Study Comparing Nutritional and Microbiological Properties*. Swedish University of agricultural Science.

Machdar, I. 2018. *Pengantar Pengendalian Pencemaran: Pencemaran Air, Pencemaran Udara, dan Kebisingan*. Yogyakarta, Indonesia: Deepublish.

Mifbakhuddin. 2010. Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif sebagai Media Filter terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis. *Eksplanasi* 5: 1-11.

Najiyati S. 2007. *Memelihara Lele Dumbo di Kolam Taman*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Nasrudin. 2010. *Jurus Sukses Beternak Lele Sangkuriang*. Jakarta: Agromedia

Nerici C, Silva A, Merino G. 2012. Effect of two temperatures on ammonia excretion rates of *Serirolella violacea* (Palm fish) juveniles under rearing conditions. *Aquacult Eng* 46: 47-52.

- Nisrinah S & T Elfitasari. 2013. Pengaruh Penggunaan Bromelin Terhadap Tingkat Pemanfaatan Protein Pakan dan Pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 2 (2): 57-63.
- Nontji, A. 2005. Laut Nusantara. Djembatan. Jakarta.
- Norjanna, F., Efendi, E. & Hasani, Q.,. 2015. Reduksi Amonia Pada Sistem Resirkulasi Dengan Penggunaan Filter yang Berbeda. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, Volume IV.
- Nugroho E. dan Sutrisno. 2008. Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik. Penebar Swadaya. Jakarta.
- 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. *Jurnal Saintek Perikanan*, Volume 8.
- Pantanella, E., M. Cardarelli, G. Colla, E. Rea, and A. Marcucci. 2012. Aquaponics vs. hydroponics: production and quality of lettuce crop. *Acta Hort.* (ISHS) 927:887–893.
- PESCOD, M. D. 1973. Investigation of Rational Effluent and Stream Standards for Tropical Countries. A.I.T. Bangkok, 59 pp
- Pillay T.V.R. 2004. *Aquaculture and The Environment*. Second Edition. UK: Blackwell Publishing.
- Prasad, K.N., Shivamurthy, G.R., Aradhya, M.S., 2008. Ipomoea aquatica, An Underutilized Green Leafy Vegetable; A Review. *International Journal of Botany*. 4 (1). 123-129. ISSN 1811-9700.
- Prayogo, B, S.R., dan Abdul M. 2012. Eksplorasi Bakteri Indigen pada Pembenihan Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) Sistem Resirkulasi Tertutup. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 4: 193-197.

- Putra, Iskandar., dan N.A Pamukas. 2011. Pemeliharaan Ikan Selais (*Ompok sp.*) dengan Resirkulasi, Sistem Aquaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, XVI (1): 125-131.
- Rakocy, J. E., Masser, M. P. & Losordo, T. M., . 2006. Recirculating aquaculture tank production system : aquaponic-integrating fish and plant culture. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC)*.
- Rakocy, J. 2007. Ten Guidelines for Aquaponics System. *Aquaponics Journal* 46 3rd quarter :14-17.
- Ramli. 2015. Menentukan Dosis Silase Jeroan Ikan Hiu (*Rhizoprionodon sp.*) dalam Formula Pakan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan* 6 (2): 1-11.
- Randall D, Tsui T. 2002. Ammonia toxicity in fish. *Mar Poll Bull* 45: 17-23.
- Rini, D. S., Hasan, H., & Prasetyo, E. 2018. Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tumbuhan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Tengadak (*Barbonymus scwanenfeldii*). *Jurnal Ruaya*, 6.
- Ristiana, Nana., D. Astuti., dan 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.
- Ripple W. 2003. Nitrification basics for aerated lagoon operators. 4th Annual Lagoon Operators Round Table Discussion Ashland WWTF. <http://www.lagoonsonline.com/ripple.htm>. [23 Mei 2020]
- Roosta, H.R. and M. Hamidpour. 2011. Effects of foliar application of some macro- and micro-nutrients on tomato plants in aquaponic and hydroponic systems. *Sci.Hortic.* 129:396–402.
- Salle, A.J. 1961. *Fundamental Principles of Bacteriology*. Fifth edition. Mc Graw hill book company, Inc. New York, 812 pp

- Samsundari S., dan Ganjar A.W. 2013. Analisis Penerapan Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*). Jurusan Perikanan DPPM. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang. Jurnal Gamma, ISSN 2086-3071
- Sastro, Y., 2015. Akuaponik: Budidaya Tanaman Terintegrasi Dengan Ikan, Permasalahan Keharaan dan Strategi Mengatasinya. Buletin Pertanian Perkotaan, Volume 5.
- Santosa, H. B., 2008. Ragam dan Khasiat Tanaman Obat. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Saptarini, P. 2010. Efektivitas Teknologi Aquaponik dengan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans*) Terhadap Penurunan Amonia pada Pembesaran Ikan Mas. Skripsi. Departemen MSP FPIK IPB. Bogor
- Setijaningsih L. 2009. Peningkatan Produktivitas Kolam Melalui Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Akuaponik Pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Hasil Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor Tahun 2009.
- Sidik, A.S. 2002. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Laju Nitrifikasi dalam Budidaya Ikan Sistem Resirkulasi Tertutup. Jurnal Akuakultur Indonesia 1: 47-51
- Sikawa DC, Yakupiyiyage A. 2010. The hydroponic production of lettuce (*Lactuca sativa* l) by using hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* x *c.gariephinus*) pond water: potentials and constraints. Agriculture Water Management. 97:1317-1325.
- Silaban, T. F., Santoso, L dan Suparmono. 2012. Dalam Peningkatan Kinerja Filter Air Untuk Menurunkan Konsentrasi Amonia Pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. Vol 1(1): 1-10.

- Somerville, C., M. Cohen, E. Pantanella, A. Stankus, and A. Lovatelli. 2014. *Smallscale Aquaponics Food Production: Integrated Fish and Plant Farming*. FAO. Rome
- Standar Nasional Indonesia. 2006. *Pakan Buatan Untuk Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Pada Budidaya Intensif*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia. 01-4087.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta (ID): UI Press.
- Sunarma, A. 2004. *Peningkatan Produktifitas Usaha Lele Sangkuriang (Clarias sp.)*. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jendral Perikanan Budidaya BBAT Sukabumi.
- Supardi, L. 2003. *Kiat Sukses Budidaya Lele di Lahan Sempit*. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Telaumbanua, M. Purwantana, B. Sutiarmo, L. Fallah, M A. 2016. *Studi Pola Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica rapa var. parachinensis L.) Hidroponik Di Dalam Greenhouse Terkontrol*. Jurnal AGRITECH 36 (1): 104 -110
- Vymazal J, Kropfelova L. 2008. *Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow*. Environmental Pollution 14:135-136.
- Wahyuningsih, S., Effendi, H. & Wardiatno, Y.,. 2015. *Nitrogen removal of aquaculture wastewater in aquaponic recirculation system*. AACL Bioflux, VIII(4).
- Welch, P. S. 1952. *Limnology*. Second edition. New York: McGraw Hill International Book Company.
- Widayat, Ahmad Roesyadi, dan Muhammad Rachimoallah. 2010. *Pengaruh Waktu Dealuminasi Dan Jenis Sumber Zeolit Alam Terhadap Kinerja H-Zeolit Untuk Proses Dehidrasi Etanol*. Reaktor, Vol 13 No.1 , hal. 52.

- Widyastuti, Y.R. 2008. Peningkatan Produksi Air Tawar melalui Budidaya Ikan Sistem Akuaponik. Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV LIPI. Bogor : 62-73.
- Wijaya, O. Setya, B. Prayogo. 2014. Pengaruh Padat Tebar Ikan Lele Terhadap Laju Pertumbuhan Dan Survival Rate Pada Sistem Akuaponik. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. 6 (1) : 55- 58
- Yuwono, E. P.Sukardi dan I.Sulistiyo. 2005 .Konsumsi dan Efesiensi Pakan Pada Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) yang Dipuaskan Secara Periodik.Berk Panel Hayati. 10:129-132.

©UKDWN