



AQUAWARMAN

JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI AKUAKULTUR

Alamat : Jl. Gn. Tabur. Kampus Gn. Kelua. Jurusan Ilmu Akuakultur Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

Daya Dukung Sistem Akuaponik Untuk Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Skala Komersial

*Carrying capacity of aquaponic systems for growing-out nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on a commercial scale*

Andi Bayu Saputra ¹⁾, Sumoharjo ²⁾ dan Mohamad Ma'ruf ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

²⁾ Laboratorium Sistem & Teknologi Akuakultur Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

³⁾ Laboratorium Lingkungan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

Abstract

The purpose of the research were to compare the growth rates of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on convensional system and aquaponic system and analyze carryng capacity of the both system based on and oxygen availability. The research was carried out for 25 days using two unit treatments tanks for conventional systems and aquaponic system on a commercial scale. This experiment used action research (ex-post-facto) methods. The different response of two experiments were analysed using t-test with a 95% confidential level. The results showed that, nile tilapia growth rates in conventional systems have an average weight 2.49 g/fish with a feeding rate of 1.8% and total feed consumption 1173.2 g. While aquaponic system have an average weight nile tilapia of 40 g/fish with a feeding rate 4,71 % and total feed consumption 1714 g. The altitude of research location reaches 13 m (42,65 feet) above mean sea level (AMSL), at 8.1 mg/l saturated oxygen, and average of oxygen consumption at conventional system was 4,5 mg O₂/l, with measured dissolved oxygen 3,6 mg/l, and average water temperature 26,5 °C (79,7 °F). Meanwhile, aquaponic system had 4,2 mg O₂/l of oxygen consumption with measured dissolved oxygen 3,9 mg/l, and average water temperature 26,4 °C (79,7 °F). Therefore, optimal density of nile tilapia can be reared 8.3 kg/m³ or 30 fish/m³ for the conventional system while aquaponic system had optimal density can be reached 19,5 kg/m³ or 70 fish/m³.

Keywords : Tilapia, Density, Aquaponic, System, oxygen consumption

1. PENDAHULUAN

Akuaponik adalah perpaduan sistem budidaya antara subsistem hidroponik dan subsistem akuakultur sehingga menjadi suatu sistem produksi pangan terpadu (tanaman dan ikan) (Sidik dan Sumoharjo, 2013). Pada prinsipnya akuaponik menerapkan sistem resikulasi yang

menghubungkan produksi ikan (akuakultur) dengan sayuran hidroponik (Diver, 2006). Jadi, kelebihan dari sistem akuaponik adalah memproduksi ikan dan tanaman dalam satu sistem yang terintegrasi dan mampu menciptakan suatu hubungan saling menguntungkan diantara keduanya (Pramono, 2009). Pada dasarnya

akuaponik menyediakan media bagi bakteri untuk mengubah sisa metabolisme ikan menjadi nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman. Proses penyerapan nutrisi ini dapat membersihkan air dan mencegah terakumulasinya nitrogen yang berbahaya (amonia dan nitrit) dan memungkinkan ikan, tanaman, dan bakteri berkembang secara simbiotik. Semua organisme bekerja sama untuk menciptakan lingkungan yang sehat satu sama lain pada ekosistem yang seimbang.

Keberhasilan sistem akuaponik ditentukan oleh keseimbangan komponen ikan dan tanaman. Jika salah satu komponen tidak seimbang seperti terlalu banyak tanaman atau terlalu sedikit ikan yang digunakan, maka nutrisi yang dihasilkan tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan tanaman, demikian pula sebaliknya. Menurut FAO (2014), untuk menghasilkan 25 batang selada perminggu dalam sistem akuaponik membutuhkan 10 - 20 kg ikan, dengan 200 g pakan perhari, pada luasan area tanaman hidroponik 4 m². Meskipun, Rakocy (2006) telah mempublikasikan bahwa akuaponik untuk pembesaran ikan nila hitam dapat menghasilkan 61.5 kg/m³. Namun, belum ada standar kepadatan ikan yang telah ditetapkan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi bagi tanaman dan sebaliknya. Banyaknya variabel yang harus diperhatikan untuk dapat menentukan kepadatan optimum ikan tentu memerlukan kajian yang komprehensif, seperti; jenis ikan dan tanaman yang digunakan, komponen rasio antara volume bak, jumlah ikan, jumlah tanaman, luasan area filter, jumlah limbah nutrisi yang dihasilkan, kapasitas filtrasi, dinamika kualitas air, kondisi mikrobial, dan lain-lain. Untuk itu, penelitian ini lebih menekankan pada daya dukung sistem produksi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) melalui pendekatan tingkat konsumsi oksigen yang akan dibandingkan dengan sistem akuakultur konvensional.

2. METODE PENELITIAN

A. Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan selama 25 hari pada bulan Februari sampai Maret 2021, semua tahapan penelitian ini akan dilaksanakan di

Laboratorium Sistem dan Teknologi Akuakultur Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

B. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan selama penelitian, yaitu Bak ukuran 2 x 1 x 0,65 meter, Aerator merk. RESUN ACO-003 45 watt, Pompa air merk AMARA SP-1200A 18 watt, Filter, Talang Air, Sesar, Timbangan analitik, Spectrophotometer merk. TAOMSUN 722G, DO meter merk. LUTRON DO-5510, pH meter merk. EZODO PH5011, Gelas ukur, Tabung reaksi kimia, Botol sampel, Buku tulis, dan Penggaris ukur.

Untuk bahan-bahan yang digunakan selama penelitian ini, yaitu Air kolam yang diendapkan, Ikan nila sebanyak 62 ekor, Benih kangkung berumur 7 hari, Pakan Merk. SPLA-12 (3), Aquades merk WATERONE, NO₂ dan NO₃ TEST merk SERA, serta Bahan kimia lainnya.

C. Rancangan Perlakuan

Penelitian ini menggunakan metode riset tindakan (*eks-post-facto*), yakni penelitian yang dilakukan berdasarkan kondisi lapangan, sehingga hanya menggunakan perlakuan pada kegiatan budidaya tanpa adanya ulangan. Serta pengumpulan data dari proses pemeliharaan ikan nila dalam skala komersil, selanjutnya dilakukan analisis agar dapat menarik kesimpulan untuk dapat dideskripsikan.

Penelitian ini menggunakan 2 unit budidaya sebagai perlakuan, yaitu:

- P1 = Sistem konvensional (non resirkulasi)
- P2 = Sistem akuaponik dengan raft technique

D. Pelaksanaan Percobaan

1) Rancangan Bak Ikan dan Wadah Hidroponik Untuk Penelitian

Pada penelitian ini wadah yang digunakan berupa bak terpal sebanyak 2 unit. Secara geometri bak yang digunakan berbentuk persegi, berukuran 2m x 1m x 0,65m dan ketinggian air 45 cm serta volume air sebanyak ± 900 liter. Wadah hidroponik berupa talang air yang dipotong sepanjang 100 cm, sebanyak 6 buah, yang

disambungkan dengan pipa berukuran 3/4 inci. Dudukan netpot menggunakan *Styrofoam*, yang di beri 10 lubang, dengan ukuran menyesuaikan wadah netpot yang digunakan. Netpot berupa gelas cup yang di lubangi agar akar tanaman dapat keluar. Media tumbuh menggunakan arang.

2) Rancangan Sistem Filtrasi

Tank sendimen terbuat dari gallon air yang dilubangi bagian samping bawah sebagai *inlet* air bak masuk kedalam tank sendimen dan bagian atas sebagai *outlet* air tank sendimen masuk kedalam tank pompa air. Tank pompa air terbuat dari pipa besar yang dilubangi pada bagian samping dengan ketinggian menyesuaikan ketinggian bak penelitian. Pompa air menggunakan pompa dengan tenaga 28 watt yang disambungkan pada pipa kecil dengan ketinggian menyesuaikan talang air. Setelah bak dan talang disusun lalu air yang telah diendapkan dimasukan dalam bak dengan ketinggian 45 cm. Pemasangan aerasi dilakukan setelah air dimasukan dengan aerasi berjumlah 6 titik. Aerator yang digunakan bermerk *RESUN ACO-003* 45 watt. Setelah siap pompa air dinyalakan selama 3 hari untuk mengetahui adanya kebocoran pada talang maupun bak penelitian sehingga dapat dilakukan perbaikan.

3) Persiapan Ikan, Tanaman Uji, dan Pemberian Pakan

Ikan nila diperoleh dari Laboratorium Sistem Dan Teknologi Akuakultur, Jurusan Budidaya perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Berat ikan yang digunakan berkisar 44-49 g/ekor dengan panjang berkisar 13 cm/ekor berjumlah jumlah 62 ekor ikan nila pada setiap bak penelitian. Sebelum dimasukan kedalam bak perlakuan ikan diukur berat dan panjang secara menyeluruh. Jumlah ikan yang digunakan mengikuti standar kepadatan 77 ekor/m³ (Rakocy, 2006). Sehingga, pada volume air 900 liter (0,9 m³), jumlah ikan yang digunakan adalah :

$$\text{Jumlah ikan}(m^3) = \text{standar kepadatan ikan}(m^3) \times \text{volume wadah}(m^3)$$

$$62 \text{ ekor} / m^3 = 77 \text{ ekor} / m^3 \times 0,9 m^3$$

Bibit kangkung diperoleh dari toko pertanian. Kemudian bibit disemai menggunakan media tanah selama 7 hari atau mencapai ketinggian 12 cm. atau telah siap dipindahkan pada media tanam. Padat tanam kangkung berkisar 4 batang/netpot dengan keseluruhan bibit 240 batang bibit kangkung.

Pakan yang akan digunakan yaitu pelet *SPLA-12* (3) dengan kadar protein 31-32%. Frekuensi pemberian pakan adalah 3 kali sehari, pada pukul 07.00 Wita, 13.00 Wita dan 17.00 Wita, dengan metode *ad-satiation* (sampai ikan berhenti makan/sekenyangnya). Pakan ditimbang dengan berat awal 500 gram pada awal penelitian dan penimbangan kembali jika pakan habis.

Pengukuran kualitas air, seperti; suhu, pH, oksigen terlarut, dilakukan setiap hari, sedangkan untuk amoniak, nitrit, dan nitrat di ukur setiap 3 hari selama penelitian berlangsung.

E. Pengumpulan dan Analisis Data

1) Pertumbuhan Ikan

a. Pertumbuhan Berat Ikan

Bentuk dan panjang ikan berbeda-beda oleh karena itu perhitungan berat ikan menggunakan rumus Effendi (2003) sebagai berikut :

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan :

W_t = Berat ikan pada waktu akhir (g)

W_o = Berat ikan pada waktu awal (g)

W = Pertumbuhan berat (g)

b. Laju Pertumbuhan Harian / Growth rate

Untuk menghitung pertumbuhan harian ikan nila selama penelitian menggunakan rumus *Zonneveld et al.* (1991), sebagai berikut :

$$GR = \frac{W_t - W_o}{t}$$

GR = Laju pertumbuhan harian (g/hari)

W_t = Berat rata-rata ikan di akhir penelitian (g)

W_o = Berat rata-rata ikan di awal penelitian (g)

T = Lama waktu penelitian (hari)

c. Laju Pertumbuhan Spesifik / *Spesific Growth Rate*

Rumus menurut Zonneveld *et al.* (1991), sebagai berikut :

$$SGR = \frac{(W_t - W_o)}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

- SGR = Laju Pertumbuhan Spesifik
- W_t = Berat rata-rata ikan di akhir penelitian (g)
- W_o = Berat rata-rata ikan di awal penelitian (g)
- T = Lama waktu penelitian (hari)

2) Konsumsi pakan

Konsumsi pakan dihitung untuk menemukan berapa banyak pakan yang dikonsumsi ikan selama penelitian sehingga dapat diketahui seberapa besar pertumbuhan yang terjadi dari pakan yang terkonsumsi.

a. Rasio pakan/*Feeding Rate*

$$FR = \frac{F}{\frac{(BW_i + BW_f)}{2} \times n \times d} \times 100$$

Keterangan :

- FR : *Feeding rate* (%)
- F : Jumlah pakan (g)
- BW_i : Berat rata-rata ikan di awal penelitian (g)
- BW_f : Berat rata-rata ikan di akhir penelitian (g)
- n : Jumlah ikan penelitian (ekor)
- d : Lama waktu penelitian (hari)

b. Rasio Konversi Pakan /FCR (*Feed Conversion Ratio*)

$$FCR = \frac{F}{(Wt + d) - Wo}$$

Keterangan :

- FCR = Rasio konversi pakan
- Wt = Berat ikan pada akhir penelitian (g)
- Wo = Berat ikan pada awal penelitian (g)
- F = Jumlah berat pakan yang dikonsumsi (g)
- D = Jumlah berat ikan yang mati selama penelitian (g)

3) Daya Dukung Kepadatan Ikan

Menurut Sidik dan Sumoharjo (2013), hubungan antara kapasitas produksi dengan resirkulasi air dan ruang sangat penting bagi

perekayasa . Maka kepadatan ikan ($D_{fish}, kg/m^3$) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$D_{fish}(kg/m^3) = \frac{1,44 \times Q(\Delta DO) \times R}{15} \times \frac{100}{FR}$$

Keterangan :

- Q = Debit air
- R = Jumlah sirkulasi air perjam (kali/jam)
- FR = Jumlah pakan/bobot tubuh/hari
- 1,44 = Asumsi konsentrasi O_2 dalam sehari
- ΔDO = Konsentrasi DO yang terukur dikurangi dengan konsentrasi DO saturasi
- 250 = Asumsi konsumsi oksigen terlarut oleh ikan dalam mengkonversi 1 kg pakan (g/kg)

F. Analisis Data Secara Statistik

Data pertumbuhan ikan dan daya dukung sistem yang merupakan hasil pengamatan dimasukkan dalam bentuk tabel. Untuk proses analisis secara statistik menggunakan Microsoft Excel.

Untuk uji kecukupan data pertumbuhan ikan, sampel diambil sebanyak 20 ekor dari setiap populasi. Untuk dapat melakukan inferensia, maka kecukupan data sampel dihitung dengan rumus :

$$N' = \left(\frac{K/S\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

Keterangan :

- N' = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan.
- K = Tingkat kepercayaan dalam pengamatan. ($k = 2, 1-\alpha=95\%$)
- S = Derajat ketelitian dalam pengamatan (5%)
- N = Jumlah pengamatan yang sudah dilakukan.
- X_i = Data pengamatan.

Sebagai catatan, untuk harga indeks tingkat kepercayaan $k = 1$ (tingkat keyakinan 0%-68%); $k = 2$ (tingkat keyakinan 69%-95%); $k = 3$ (tingkat keyakinan 96%-99%).

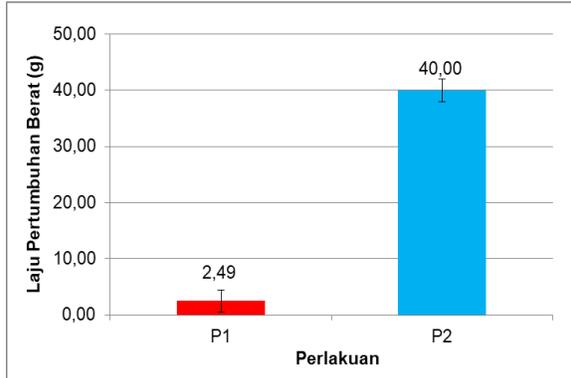
G. Hipotesis

$H_0: \mu_1 = \mu_2$; rata-rata pertumbuhan ikan dan daya dukung sistem adalah sama antara kedua perlakuan

$H_1: \mu_1 > \mu_2$; rata-rata pertumbuhan ikan dan daya dukung sistem pada perlakuan 1 (P1) lebih besar dari pada perlakuan 2 (P2).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

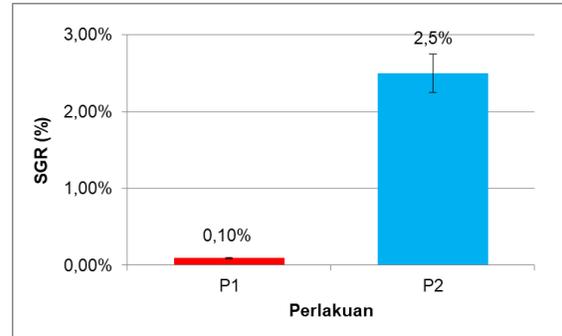
A. Pertumbuhan Ikan Nila



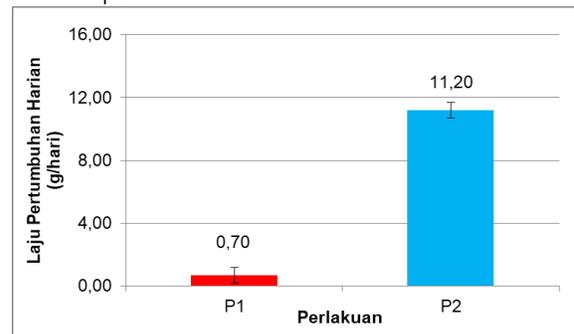
Gambar 6. Pertumbuhan berat ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

Berat awal ikan nila yang dipelihara pada sistem konvensional adalah 47,4 g dengan panjang 14,4 cm, sedangkan pada sistem akuaponik memiliki berat awal 44,2 g dan panjang 13,5 cm. Pertumbuhan Ikan nila pada sistem konvensional tidak signifikan setelah 25 hari pemeliharaan, yakni berat akhir 49,9 g dan panjang 15,3 cm, sedangkan pada sistem akuaponik mengalami peningkatan pertumbuhan bobot ikan yang sangat signifikan dengan berat akhir 84,2 g dan panjang 17,4 cm.

Pertumbuhan rata-rata berat mutlak sistem akuaponik mencapai 40 g, nilai tersebut lebih besar dari sistem konvensional dengan nilai 2,49 g. Ikan nila yang dipelihara pada kedua sistem menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Selain itu, dari laju pertumbuhan spesifik juga menunjukkan perbedaan yang nyata. Laju Pertumbuhan Spesifik pada perlakuan sistem akuaponik mencapai 2,5 %, sedangkan untuk perlakuan sistem konvensional 0,10%.



Gambar 7. Laju pertumbuhan spesifik/ *specific growth rate* (SGR) ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama penelitian



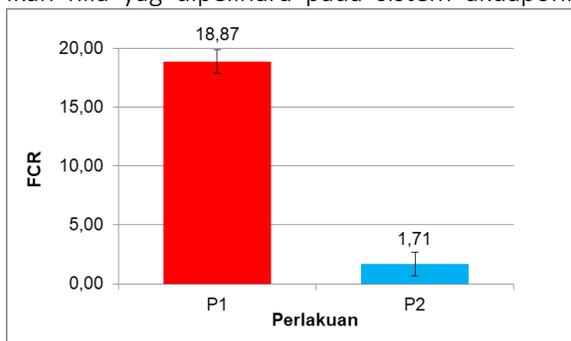
Gambar 8. Laju pertumbuhan harian ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama penelitian

Pertumbuhan ikan dipengaruhi beberapa faktor, seperti kondisi tubuh ikan dalam pemanfaatan energi dan nutrisi pakan, serta lingkungan perairan yang sesuai dalam menunjang pertumbuhan (Effendi 1997). Perbedaan pertumbuhan ikan nila pada kedua perlakuan disebabkan oleh beberapa faktor seperti berkurangnya nafsu makan selama penelitian berlangsung. Pertiwi (2019), menyatakan nafsu makan ikan nila berkurang disebabkan oleh perubahan kualitas air yang dapat menyebabkan ikan stress, sehingga pergantian air diperlukan agar dapat meningkatkan nafsu makan ikan nila.

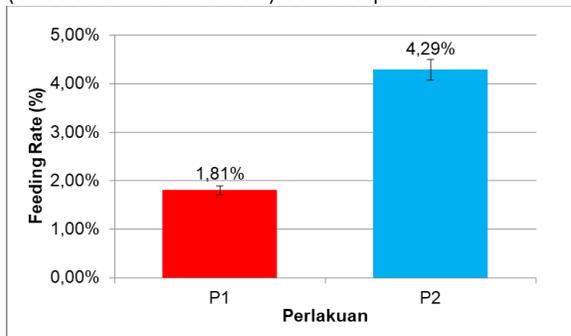
B. Konsumsi Pakan

Selama 25 hari penelitian total konsumsi pakan yang diberikan dengan metode *ad satiation* (sekenyangnya) menggunakan pellet Merk SPLA-3 dengan nilai protein pakan 31-32 %. Konsumsi pellet pada sistem konvensional sebanyak 1173,2 g sedangkan pada sistem akuaponik sebanyak 1714 g. Konsumsi pakan tersebut hanya mampu meningkatkan pertumbuhan ikan nila pada sistem

konvensional seberat 2,49 g/ekor, sedangkan sistem akuaponik dapat meningkatkan bobot ikan nila seberat 40 g/ekor. Pada sistem konvensional nilai pakan harian yang dikonsumsi sebanyak 46,9 g/hari, sedangkan sistem akuaponik seberat 68,6 g/hari. Pertumbuhan ikan nila yang dipelihara dalam sistem akuaponik untuk mencapai bobot 1 kg, membutuhkan pakan yang dikonsumsi sebanyak 1,71 kg pakan selama pemeliharaan, sedangkan ikan nila yang dipelihara dalam sistem konvensional untuk mencapai bobot 1 kg, membutuhkan 18,87 kg pakan lebih banyak dari ikan nila yang dipelihara pada sistem akuaponik.

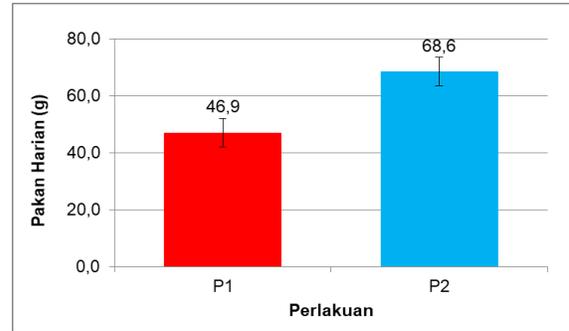


Gambar 9. Rasio konversi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama penelitian



Gambar 10. Feeding rate ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama penelitian

Feeding rate pada perlakuan konvensional mencapai 1,81%, nilai tersebut lebih kecil dari ikan nila yang dipelihara pada sistem akuaponik mencapai 4,29%. Kemampuan ikan dalam mengkonsumsi pakan dipengaruhi dengan kapasitas pengosongan perut yang berhubungan dengan metabolisme (Brett.1971).



Gambar 11. Pakan harian ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama penelitian

C. Peforma Tanaman Kangkung

Menurut Bremana (2010), Tanaman kangkung memerlukan nutrisi untuk tumbuh yang bersumber dari limbah metabolisme ikan nila, yaitu amoniak yang mengalami proses nitrifikasi. Debit air merupakan faktor utama dalam mempengaruhi pertumbuhan kangkung, dikarenakan penyerapan nutrient oleh akar kangkung akan terhambat jika debit air terlalu deras, namun jika terlalu rendah maka akan terjadi penumpukan limbah yang mengakibatkan tanaman sulit dalam respirasi unsur hara. Selama 25 hari masa penanaman kangkung dalam sistem akuaponik dihasilkan nilai rata-rata pertumbuhan panjang 31,6 cm/batang dan berat 9,2 g/batang, bibit kangkung awal tanam memiliki panjang 12,6 cm/batang, dan berat awal 0,4 g/batang, setelah di tanam dalam media arang pada sistem akuaponik diperoleh pertumbuhan kangkung panjang 44,2 cm/batang dan berat 9,6 g/batang.



Gambar 12. Tanaman kangkung

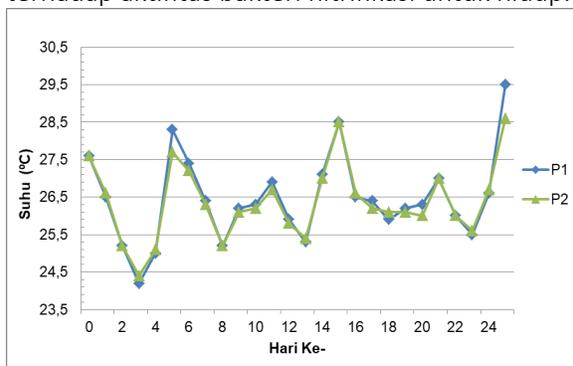
Peningkatan tanaman dalam penyerapan unsur hara dipengaruhi seiring dengan bertambahnya umur tanaman tersebut (Endut et

al. 2009). Sehingga pemanfaatan limbah nutrisi terlarut oleh tanaman dapat mengurangi pelepasan limbah secara langsung ke lingkungan budidaya, sehingga dapat memperpanjang masa penggunaan air (Rackocy *et al.*, 2006).

D. Dinamika Kualitas Air

1) Suhu

Pada sistem konvensional penurunan terjadi pada hari ke-3 mencapai 24,2 °C dan pada sistem akuaponik mencapai 24,4 °C, sedangkan kenaikan suhu terjadi diakhir penelitian yaitu hari ke-25, pada sistem konvensional mencapai 29,5 °C dan pada sistem akuaponik mencapai 28,6 °C. Suhu pada kedua perlakuan masih dalam batas aman bagi kelangsungan hidup ikan nila selama penelitian, dengan rata-rata suhu berkisar 26,4 – 26,5 °C. Menurut El-Sayed dan Kawanna. (2008), suhu air yang optimal dalam meningkatkan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*), berkisar pada rentang 24 – 32 °C, tergantung pada ukuran dan spesies. Batas toleransi suhu rendah untuk kelangsungan hidup ikan nila berkisar 7–10 °C, sedangkan pada suhu tinggi berkisar 40–42 °C (Balarin dan Haller.1982) Selain itu peningkatan maupun penurunan suhu sangat berpengaruh terhadap aktifitas bakteri nitrifikasi untuk hidup.

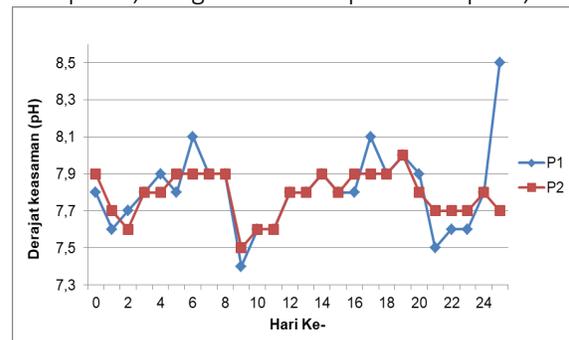


Gambar 13. Suhu selama penelitian

Oksidasi amoniak terjadi pada saat kondisi perairan aerob dan anaerob, tetapi lebih efisien pada saat kondisi perairan anaerob. Kondisi optimum yang diperlukan bakteri nitrifikasi tumbuh pada kisaran suhu 27 – 28 °C (Spotte. 1979).

2) Derajat Keasaman (pH)

Selama penelitian sistem konvensional menunjukkan kondisi pH yang fluktuatif, penurunan pH terjadi pada hari ke-9 mencapai 7,4, sedangkan kenaikan terjadi pada hari ke-25 mencapai 8,5, dengan pH rata-rata mencapai 7,8. Sedangkan fluktuasi pH pada sistem akuaponik tidak mengalami perubahan yang signifikan. Penurunan pH sistem akuaponik di hari ke-9 mencapai 7,5 dan kenaikan pH terjadi pada hari ke-19 mencapai 8,0 pada perlakuan dengan akuaponik, dengan rata-rata pH mencapai 7,8.

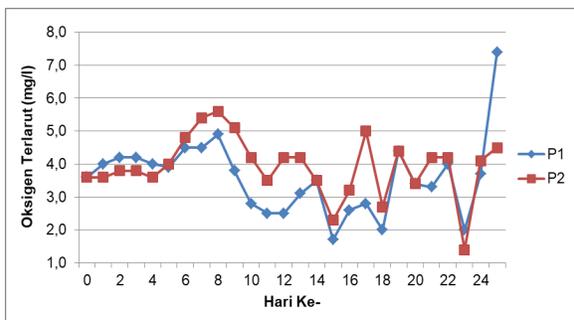


Gambar 14. Derajat keasaman (pH) selama penelitian

Menurut Husaini (2018), konsentrasi pH 5,4 merupakan batas toleransi ikan nila untuk bertahan hidup, sedangkan pada nilai pH dibawahnya mengalami kematian. Pada kedua perlakuan penurunan pH tidak mendekati batas toleransi untuk kelangsungan hidup ikan nila. Ikan nila dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 6,5 – 9 (Arie.1998). Peningkatan persentase amoniak bebas dalam budidaya dipengaruhi oleh peningkatan nilai pH dan suhu perairan, apabila konsentrasinya meningkat maka dapat membahayakan kehidupan ikan yang dipelihara (Boyd.1991).

3) Oksigen Terlarut

Menurut Pramleonita *et al.*, (2018), ambang batas toleransi minimum kadar DO pada wadah budidaya yakni 3 mg/l. Sedangkan oksigen terlarut yang optimal untuk pertumbuhan ikan harus lebih dari 5 ppm (Boyd.1982). Sehingga ketersediaan oksigen merupakan penentu dalam aktifitas bagi biota, konversi pakan dan laju pertumbuhan juga bergantung pada oksigen.

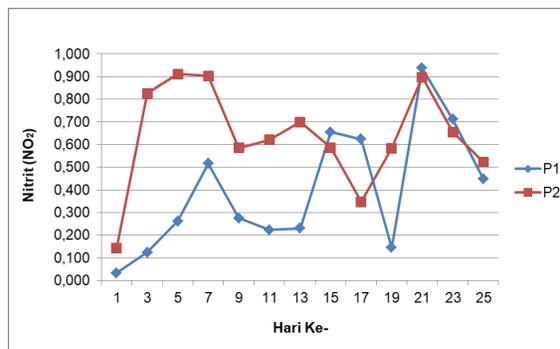


Gambar 15. Oksigen terlarut selama penelitian

Selama pengukuran oksigen terlarut terjadi fluktuasi yang sangat signifikan. Pada perlakuan sistem konvensional penurunan oksigen terlarut terjadi pada hari ke-15 mencapai 1,7 mg/L, sedangkan kenaikan terjadi pada hari ke- 25 mencapai 7,4 mg/L, dengan rentan rata-rata oksigen terlarut 3,6 mg/L. Pada sistem akuaponik penurunan oksigen terlarut terjadi pada hari ke-23 mencapai 1,4 mg/L, sedangkan kenaikan oksigen terlarut pada hari ke- 8 mencapai 5,6 mg/L. dengan rentan rata-rata oksigen terlarut mencapai 3,9 mg/L. Menurut Zonnenveld *et al* (1991), tingkat konsumsi oksigen dipengaruhi oleh aktivitas, ukuran, jenis, kondisi fisiologis ikan, umur dan temperatur. Ikan yang ukurannya lebih kecil memiliki kecepatan metabolisme yang lebih tinggi dari pada ikan yang berukuran besar, sehingga memerlukan konsumsi oksigen yang lebih besar.

4) Nitrit

Selama penelitian sistem konvensional mengalami dinamika perubahan yang sangat signifikan. Kenaikan nitrit terjadi pada hari ke-7 mencapai 0,517 mg/l dan pada hari ke-21 mencapai 0,938 mg/l. sedangkan penurunan terjadi pada hari ke- 11 mencapai 0,223 mg/l dan hari ke-19 mencapai 0,145 mg/l. dengan rata-rata mencapai 0,399 mg/l. Pada sistem akuaponik kenaikan nitrit pada hari ke-5 mencapai 0,911 mg/l dan hari ke-21 mencapai 0,938 mg/l. sedangkan penurunan terjadi pada hari ke-9 mencapai 0,262 mg/l dan hari ke-19 mencapai 0,584 mg/l. dengan rata-rata 0,637 mg/l.

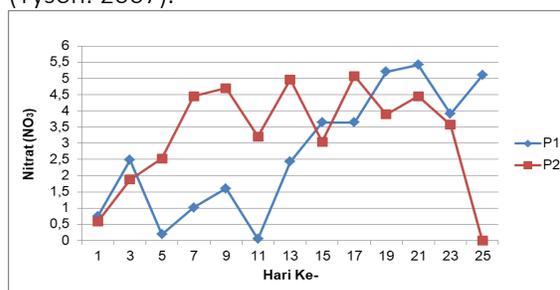


Gambar 16. Nitrit

Pada penelitian ini konsentrasi nitrit tidak membahayakan bagi biota yang dipelihara. Dalam budidaya nitrit dikatakan beracun pada kisaran konsentrasi 16 mg/l, yang merupakan konsentrasi lethal, sedangkan pada konsentrasi < 5 mg/l sudah membahayakan bagi biota budidaya, namun batas aman dan tidak membahayakan pada konsentrasi nitrit < 1 mg/l (Siikavuopio dan Saether.2006).

5) Nitrat

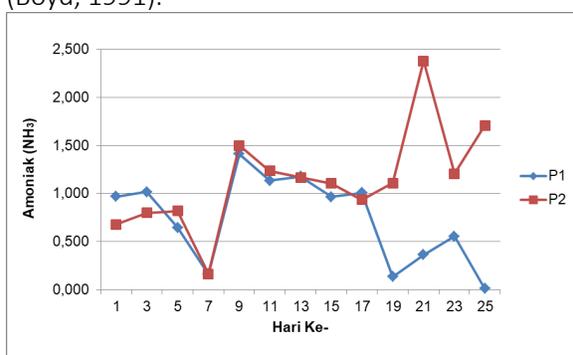
Pada grafik dapat di lihat bahwa nitrat terukur mengalami perubahan yang signifikan dimana pada sistem konvensional kenaikan terjadi pada hari ke-3 mencapai 2,482 mg/l dan pada hari ke-21 mencapai 5,422 mg/l, sedangkan penurunan pada hari ke-5 mencapai 0,193 mg/l dan hari ke-11 mencapai 0,052 mg/l, rata-rata mencapai 2,278 mg/l. Pada sistem akuaponik kenaikan terjadi pada hari ke- 9 mencapai 4,700 mg/l dan pada hari ke- 17 mencapai 5,070 mg/l, sedangkan penurunan terjadi pada hari ke- 15 mencapai 3,644 mg/l dan pada hari ke 25 mencapai 0 mg/l. Rata-rata mencapai 3,258 mg/l. Dalam kondisi yang optimal dalam unit biofiltrasi, proses nitrifikasi oleh bakteri nitrifikasi dapat mengubah sekitar 93-96% amonia menjadi nitrat (Tyson. 2007).



Gambar 17. Nitrat

6) Amoniak

Menurut Colt (1991), produksi total ammonia nitrogen (TAN) dipengaruhi dengan jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ikan. Produksi TAN merupakan dari hasil metabolisme utama dari ikan yang dikeluarkan melalui insang dan urine. Fluktuasi oksigen terlarut juga mempengaruhi konsentrasi amonia yang ada dalam perairan (Haslam.1995). Selain itu Peningkatan persentase amoniak dalam budidaya dipengaruhi oleh peningkatan nilai pH dan suhu perairan, apabila konsentrasinya meningkat maka dapat membahayakan kehidupan ikan yang dipelihara (Boyd, 1991).



Gambar 18. Amoniak

Pada sistem konvensional kenaikan terjadi pada hari ke-3 mencapai 1,018 mg/l dan hari ke- 9 mencapai 1,411 mg/l, sedangkan penurunan terjadi pada hari ke-7 mencapai 0,158 mg/l dan pada hari ke- 19 mencapai 0,133 mg/l. Rata-rata mencapai 0,734 mg/l. Pada sistem akuaponik kenaikan terjadi pada hari ke- 9 mencapai 1,498 mg/l dan pada hari ke- 21 mencapai 2,379 mg/l, sedangkan penurunan terjadi pada hari ke- 7 mencapai 0,163 mg/l dan pada hari ke- 17 mencapai 0,936 mg/l. Rata-rata mencapai 1,138 mg/l. Jumlah fraksi NH_3 yang terbentuk dari total ammonia nitrogen (TAN) yang dilepaskan oleh ikan, dalam sistem budidaya dipengaruhi nilai fluktuasi pH dan suhu, semakin rendah pH dan suhu maka amonia yang dalam bentuk amonia tak terionisasi (NH_3), akan semakin kecil begitu juga sebaliknya (Boyd.1998). Semakin lama waktu sirkulasi air semakin besar penurunan kadar amoniaknya, karena adanya pertumbuhan mikroba, maka penurunan kadar ammonia

menunjukkan bahwa di dalam biofilter terjadi proses nitrifikasi (Wiradana.2018).

E. Daya Dukung Sistem Akuaponik

Menurut Yolina (2018), daya dukung untuk kegiatan pemeliharaan ikan merupakan daya atau kekuatan suatu perairan dalam menampung jumlah ikan tertentu dalam lingkungan tertentu, untuk dapat memenuhi kebutuhan populasi ikan yang dipelihara tanpa menurunkan kualitas air. Penelitian ini menggunakan oksigen terlarut sebagai faktor pembatas. Konsumsi oksigen sangat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan yang dipelihara dalam sistem akuakultur, untuk mengejar target produksi. Untuk menentukan kapasitas kepadatan ikan yang dipelihara, dalam wadah akuakultur perlunya menghitung konsentrasi oksigen terlarut. Konsentrasi oksigen terlarut yang terukur, merupakan jumlah oksigen setelah dikurangi dengan oksigen yang dikonsumsi oleh ikan (Sidik dan Sumoharjo,2013).

Menurut Boyd dan Tucker, (1992), konsentrasi oksigen terlarut dalam air dihitung berdasarkan suhu air, faktor saturasi, dan ketinggian wadah budidaya dari permukaan laut. Pada tempat penelitian berlangsung memiliki *altitude* atau ketinggian dari permukaan mencapai 13 m (42,65 feet). Pada sistem konvensional suplai oksigen menggunakan aerator. Memiliki rata-rata suhu yang terukur selama penelitian mencapai 26,5 °C (79,7 °F) dan oksigen terlarut yang terukur mencapai 3,6 mg/l, maka kadar oksigen bebas mencapai 8,1 mg/l, sehingga oksigen yang dikonsumsi oleh ikan mencapai 4,5 mg O_2 /l. Pada sistem akuaponik menggunakan sistem resirkulasi dengan debit air yang teresirkulasi berkisar 8,3 l/menit dan suplai oksigen menggunakan aerator. Memiliki rata-rata suhu terukur mencapai 26,4 °C (79,5 °F) dan oksigen terlarut yang terukur mencapai 3,9 mg/l, maka kadar oksigen bebas pada perlakuan mencapai 8,1 mg/l, sehingga oksigen yang dikonsumsi pada penelitian ini berkisar 4,2 mg O_2 /l.

Konsumsi oksigen dalam sistem akuakultur membutuhkan 250 gr oksigen dalam 1 kilogram pakan perhari. (Zonneveld *et al.* 1991) Menurut

FAO (2014) Kepadatan maksimal ikan yang dipelihara dalam sistem akuaponik berkisar 10 – 20 kg / 1000 liter. Jika setiap perlakuan diasumsikan memiliki volume air sebanyak 1000 liter. Maka pada sistem konvensional dengan *feeding rate* 1,81 %, memerlukan sekitar 1 kg pakan untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan, sehingga kapasitas yang dihasilkan dalam pemeliharaan ikan nila pada penelitian ini mencapai 16,6 kg/m³. Sedangkan pada sistem akuaponik memiliki *feeding rate* 4,29 %, dengan asumsi pakan yang seharusnya di berikan mencapai 4,71 kg ikan /lpm, sehingga kepadatan yang dihasilkan berkisar 39,1 kg/ m³. Menurut Timmons dan Ebeling (2010), Untuk meningkatkan hasil produksi maka kepadatan maksimal di bagi setengah dari kepadatan tersebut. Jika target produksi mencapai 4 ekor ikan nila/kg, maka didapatkan hasil mencapai 8,3 kg/m³, dengan kepadatan ikan nila berjumlah 33 ekor ikan/m³, pada sistem konvensional sedangkan pada sistem akuaponik menghasilkan 19,5 kg/m³ dengan kepadatan ikan nila berjumlah 78 ekor ikan/m³.

Kepadatan ikan menjadi faktor masalah dalam akuakultur intensif dimana cepatnya akumulasi sisa pakan, bahan organik dan senyawa nitrogen beracun dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Dalam menentukan kapasitas kepadatan ikan nila yang harus dipelihara pada setiap perlakuan dengan wadah berukuran berkisar 2x1x0,65 m, ketinggian air 45 cm dan volume air berkisar 900 liter, kepadatan ikan yang dipelihara berjumlah 62 ekor ikan nila. Selama pemeliharaan pada sistem konvensional dengan *feeding rate* 1,81 % , dan berat awal ikan yang dipelihara 47,4 g, maka didapatkan hasil selama pemeliharaan berat ikan mencapai 49,9 g , serta pakan yang di diberikan selama pemeliharaan mencapai 1173,2 g pakan, sehingga kepadatan yang mampu dipelihara pada sistem konvensional hanya berkisar 30 ekor ikan nila, dapat disimpulkan bahwa jumlah kepadatan pada perlakuan ini melebihi kepadatan maksimal ikan yang harus dipelihara pada sistem konvensional. Kepadatan tersebut hanya mampu menghasilkan produksi ikan nila berkisar 8,3 kg ikan nila/m³,

dengan asumsi pakan yang seharusnya diberikan berkisar 1 kg pakan selama pemeliharaan.

Kondisi tersebut dikarenakan sistem konvensional hanya mengandalkan sistem aerasi tanpa adanya pergantian air secara berkala selama penelitian. Sehingga terjadi penumpukan bahan organik terlarut yang menyebabkan perubahan bahan organik. Umumnya sistem akuakultur konvensional diperlukan pergantian air hingga 10% per hari dalam mempertahankan kualitas air dan mengurangi limbah metabolisme (Hargreaves, 2013).

Pada sistem akuaponik dengan *feeding rate* 4,71 % dan berat awal berkisar 44,2 g, dihasilkan berat akhir selama pemeliharaan berkisar 84,2 g, serta pakan yang diberikan selama pemeliharaan berkisar 1714 g pakan. Maka kepadatan yang mampu ditampung dalam pemeliharaan ikan nila dalam sistem akuaponik berjumlah 70 ekor. Ikan nila yang dipelihara pada sistem akuaponik selama penelitian kekurangan jumlah ikan nila sebanyak 8 ekor ikan nila untuk mengejar produksi 19,5 kg /m³. Dalam sistem akuaponik beban limbah metabolisme seperti sisa pakan, feses dan urin akan diserap oleh tanaman, sehingga dapat mengurangi kandungan limbah metabolisme yang menyebabkan kejenuhan kualitas air. Pergantian air secara berkala tidak perlu dilakukan karena air dalam bak sistem akuaponik, tersirkulasi melalui talang-talang tanaman akuaponik. Nutrisi pakan hanya dapat dimanfaatkan oleh ikan berkisar 20-25%, sehingga sisanya akan terbuang dalam bentuk limbah berupa feses dan urin serta senyawa anorganik yang di ekskresikan melalui proses osmoregulasi (Brune dkk. 2003).

DAFTAR PUSTAKA

- Amri K Khairuman. 2003. *Badidaya Ikan Nila Secara Intensif*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Balarin, J.D. and R.D. Haller. 1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. pp. 267–355. In: J.F. Muir and R.J. Roberts (Eds.). *Recent advances in aquaculture*. Croom Helm, London.
- Boyd, C.E., 1998. *Pond Water Aeration System*. *Aquac.Eng.*18, 9-40.

- Boyd, C.E., C.S. Tucker. 1992. Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture. *Aquac. Eng.* 31, 73-82.
- Bremana R.P., Sumoharjo, Pagoray H. 2020. Karakterisasi Hidrodinamika Sistem Akuaponik Deep Flow Technique (DFT) : Perbedaan Debit Air dan Sedimentasi Limbah Solid. *J. Aquawarman. Vol. 6(1): 84-94. April 2020*
- Brett, J.R. 1971. Satiation time, appetite and maximum food intake of sockeye salmon (*Onchorhynchus nerka*). *J. Fish. Bd. Canada. 28: 409-415.*
- Brune, D.E, G. Schwartz, A.G Eversole, Collier JA, Schwedler TEI. 2003. Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic system. *J. Aquaculture Engineering 28 : 65-86.*
- Chen, J.C. And Y. Z. Kou. 1993. Accumulation of Ammonia in the Haemolymph of *Penaeus Monodon* Exposed to Ambient Ammonia. *Aquaculture.*
- Colt J. 1991. Aquaculture production system. *Animal Sci. 69:41.183-192 p.*
- Deptan. 2000. Petunjuk Teknis Pembenihan dan Pembesaran Ikan Nila Gift. Jakarta : Balai Kajian Teknologi Pertanian Lembang, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Diver, S. 2006. Aquaponik – Integration of Hydroponics with Aquaculture USA : NCAT.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Kanisius.
- Effendi, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta, hlm. 92-100.
- El-Sayed, A-F. M. dan Kawanna M. 2008. Optimum water temperature boosts the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry reared in a recycling system. *Aquaculture Research, 2008, chapter 39, hal. 670-672.*
- 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.*
- FAO. 2014. Small-scale aquaponik food production integrated fish and plant farming. Rome. Italy.
- Hargreaves J.A. 2013. Biofloc Production System for Aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center Publication No: 4503.
- Haslam, S.M. 1995. River Pollution and Ecological Perspective. John Wiley and Sons, Chichester, UK. 253 hal.
- Husaini M., Sulistyawati, Sumoharjo . 2018. Respon fisiologis pernafasan dan perubahan histopatologis insang benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Kondisi Perairan Asam. *J. Aquawarman. Vol. 4 (1) : 58-66. April 2018. ISSN : 2460-9226*
- Judantari, Sri., Khairuman dan Amri, Khairu. 2008. Nila Arwana Prospek Bisnis dan Teknik Budidaya Nila Unggul. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Kordi, M. G. H. K, dan A.B. Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta, Jakarta. 210 hlm.
- Mackereth, F.J.H., Heron, J. And Talling, J.F. 1989. Water Analysis. Freshwater Biological Association. Cumbrian. UK. 120p
- Merantica, W. 2007. Penggunaan Meat and Bone Meal (MaM) sebagai Tepung dalam Pakan Nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi Departemen Badidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan mu Kela Institut Pertanian Bogor
- Novotny, V. And Olem, H. 1994. Water Quality, Prevention, Identification, and Managemen of Diffuse Pollution. Van Nostrans Reinhold, New York.
- Pertiwi N, Sumoharjo dan Sukarti K. 2019. Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Monosex Pada Sistem Akuaponik . *J. Aquawarman. Vol.5 (1): 20-31 April 2019*
- Pramleonita, M., N. Yuliani, R. Arizal, & S.E. Wardoyo. 2018. Parameter Fisika Dan Kimia Air Kolam Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa: Bogor.*
- Pramono T.B. 2009. Budidaya Ikan Di Lahan Dan Air Terbatas Suara Merdeka. April 2009.
- Rakocy, J.E. M.P. Masser. T.M. Losordo. 2006. Recirculating Aquaculture Tank Production System : Aquaponics-intergrating Fish and Plant Culture. Revision. SRAC Publication No. 454. Virginia. USA.

- Santoso. B. 1996. *Budidaya Ikan Nila*, Kanisius, Yogyakarta.
- Sidik A.S. , Sumoharjo. 2013. *Sistem Filtrasi dalam Akuakultur*. PUSKIP FPIK UNMUL. Edisi 1.
- Siikavuopio SI, Saether BS. 2006. Effects of chronic nitrite exposure on growth in juvenile Atlantic cod *Gadus morhua*. *Aquaculture* 255 : 351–356
- Somerville, C., M. Cohen, E. Pantanella, A. Stankus, and A. Lovatelli. 2014. *Smallscale Aquaponics Food Production : Integrated Fish and Plant Farming*. FAO.
- Spotte S. 1979. *Fish and Invertebrate Culture. Water Management in Closed System*. Sec edition. Jhon Willey an Sons, New York. 179 p.
- Sutisna, D.H. dan., Sutarmanto, R. (1999). *Pembenihan Ikan Air Tawar*. Kanisius. Yogyakarta.
- Suyanto, R. 2003. *Nila*. Jakarta: Penebar Swadaya. P:105.
- Timmons M.B. Ebeling J.M, 2010. *Recirculating Aquaculture*. NRAC Publication No. 01-007
- Tyson R.V. 2007. *Reconciling pH for ammonia biofiltration in a cucumber/tilapia aquaponics system using a perlite medium*. [Disertasi]. University of Florida.
- Van Wyk., et al. 1999. *Farming marine Shrimp in Recirculating Freshwater system*.
- Wahap, N.A, Estim, YS Kian, S, Seno And, S, Mustafa. 2010. *Product Organic Fish and Mint in an Aquaponic system*, 319. Bomeo Marine Research Institue, Sabah Malaysia.
- Wiradana S.M., Sumoharjo, Isriansyah. 2018. *Pengaruh Media Biofilter Terhadap Penyisihan Total Ammonia Nitrogen Dalam Sistem Akuakultur Resirkulasi*. *J. Aquawarman*. Vol. 4 (1): 21-30. April 2018
- Yolina, T.S.E., Sumoharjo, dan Ma’ruf M. 2018. *Daya Dukung Sistem Budidaya Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Menggunakan Teknologi Bioflok*. *Jurnal Aquawarman*. Vol. 4(2):1-9. Oktober 2018 ISSN :2460-9226. Samarinda.
- Yuniarti. 2006. *Pengaruh Kepadatan Benih Ikan Lele Dumbo (Clarias sp.) Terhadap Produksi pada Sistem Budidaya dengan pengendalian Nitrogen melalui Penambahan Tepung Terigu*. Skripsi. Bogor. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Zonneveld, N., E.A. Huismandan J.H. Boon. 1991. *Prinsip – Prinsip Budidaya Ikan*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, 336 hal.