

**PERTUMBUHAN IKAN NILA MERAH (*Oreochromis sp.*) DALAM SISTEM AKUAPONIK YANG DIPELIHARA PADA PADAT TEBAR BERBEDA**

***Growth of Red Nile Tilapia (*Oreochromis sp.*) in Aquaponic Systems Maintained at Different Stocking Densities***

**Siti Rahma D. Lamalaka<sup>1)</sup>, Eka Rosyida<sup>2)</sup>, Septina F. Mangitung<sup>3)</sup>, Samliok Ndobe<sup>4\*)</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Akuakultur, Universitas Tadulako, Jl Soekarno-Hatta km. 9, Palu, Sulawesi Tengah

<sup>\*)</sup>Korespondensi: [samliok@untad.ac.id](mailto:samliok@untad.ac.id)

Received: 18 Oktober 2025; Received in revised form: 8 April 2026; Accepted: 20 April 2026

**ABSTRAK**

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah salah satu komoditas perikanan budidaya yang telah mengalami pengembangan strain. Diantaranya ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) kini sebagai salah satu produk ekspor penting. Budidaya ikan nila merah menghadapi sejumlah tantangan utama, di antaranya lahan yang tersedia terbatas, ketersediaan air yang kurang mencukupi, kualitas air media budidaya yang kurang baik atau tidak optimal. Akan tetapi, persoalan tersebut dapat ditanggulangi dengan mengaplikasikan metode budidaya akuaponik yang ramah lingkungan. Sistem akuaponik adalah metode budidaya terintegrasi yang menggabungkan ikan dan tanaman. Sistem yang digunakan dalam metode budidaya akuaponik ini adalah Nutrient Film Technique (NFT), yaitu menggunakan pipa paralon horizontal di mana air dialirkan tipis di bawah akar tanaman. Sistem ini sangat efisien untuk tanaman sayuran daun. Sistem ini efisien dalam penggunaan lahan dan air, serta memanfaatkan kotoran ikan sebagai pupuk alami untuk tanaman. Tujuan penelitian ini mengkaji pengaruh tingkat padat tebar terhadap performa pertumbuhan ikan nila merah yang dibudidayakan menggunakan metode akuaponik. Lokasi Penelitian di Laboratorium Kualitas Air dan Biologi Perairan Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako, Palu. Penelitian menggunakan metode eksperimental desain Rancangan Acak Lengkap (RAL), di mana pengulangan perlakuan sebanyak empat kali. Perlakuan yang diuji adalah variasi kepadatan tebar ikan nila merah dalam sistem akuaponik, yang dibagi menjadi empat tingkatan berbeda: A (padat tebar 15 ekor/30 L), B (padat tebar 20 ekor/30 L), C (padat tebar 25 ekor/30 L), dan D (padat tebar 30 ekor/30 L). Pemeliharaan ikan uji dilakukan selama 52 hari. Variabel-variabel yang diamati dalam penelitian ini mencakup pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, tingkat kelangsungan hidup. Data hasil pengamatan ditabulasi, kemudian dianalisis menggunakan metode analisis variansi (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian disimpulkan bahwa padat tebar 20 ekor/30 L adalah yang terbaik karena menghasilkan pertambahan bobot terbesar 3,63 g, panjang 1,69 cm, laju pertumbuhan spesifik 2,03 %/hari.–Namun, untuk Tingkat kelangsungan hidup yang terbaik (85%) terdapat pada perlakuan dengan padat tebar 15 ekor/30 L.

**Kata kunci:** Ikan nila merah, (*Oreochromis sp.*), sistem akuaponik, padat tebar berbeda.

## ABSTRACT

*Tilapia (Oreochromis niloticus) is a cultivated fishery commodity that has undergone strain development. Among them, red tilapia (Oreochromis sp.) is now an important export product. Red tilapia cultivation faces several major challenges, including limited land availability, insufficient water availability, and poor or suboptimal water quality in the cultivation media. However, these problems can be overcome by applying environmentally friendly aquaponic cultivation methods. The aquaponic system is an integrated cultivation method that combines fish and plants. The system used in this aquaponic cultivation method is the Nutrient Film Technique (NFT), which uses horizontal PVC pipes through which water flows thinly beneath the plant roots. This system is highly efficient for leafy vegetables. This method is efficient in land and water use, and utilizes fish waste as a natural fertilizer for plants. The purpose of this study was to examine the effect of stocking density levels on the growth performance of red tilapia cultivated using the aquaponic method. The research location was the Water Quality and Aquatic Biology Laboratory, Faculty of Animal Husbandry and Fisheries, Tadulako University, Palu. The study used a Completely Randomized Design (CRD) experimental design method, in which the treatment was repeated four times. The treatments tested were variations in the stocking density of red tilapia in an aquaponic system, which were divided into four different levels: A (stocking density of 15 fish/30 L), B (stocking density of 20 fish/30 L), C (stocking density of 25 fish/30 L), and D (stocking density of 30 fish/30 L). The fish were maintained for 52 days. The variables observed in this study included absolute growth, specific growth rate, and survival rate. The observation data were tabulated and then analyzed using the analysis of variance (ANOVA) method with a 95% confidence level. The results of the study concluded that the stocking density of 20 fish/30 L was the best because it produced the largest weight gain 3.63 g, length 1.69 cm, specific growth rate 2.03%/day. However, the best survival rate (85%) was found in the treatment with a stocking density of 15 fish/30 L.*

*Keyword: Red tilapia, Oreochromis sp., Aquaponic system, Stocking density*

## 1. PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya yang memiliki proses pengembangan yang cerah karena banyak diminati oleh masyarakat, daerah di Indonesia yang paling banyak permintaan akan ikan nila yakni pulau Jawa dan pulau Sulawesi. Tidak hanya di dalam negeri ikan nila juga diminati oleh pasar luar negeri, khususnya ikan nila merah dan ikan nila GIFT menjadi komoditas ekspor dengan bobot minimal 500g/ekor di beberapa negara seperti Singapura, Hongkong, Saudi Arabia dan beberapa negara Eropa. Ikan nila merah menjadi komoditas ekspor dengan pengembangan yang cerah karena pembenihannya telah dikuasai, mudah dalam pembudidayaannya serta memiliki laju pertumbuhan spesifik bobot mencapai 4,27% (Burhanuddin dkk., 2011).

Kementerian Kelautan dan Perikanan melaporkan prospek pengembangan yang cerah untuk komoditas budidaya ikan nila melalui data produksi di Indonesia mengalami peningkatan yang baik selama 6 tahun dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2024, dimana tahun 2019 nilai produksi mencapai 1.317.560,64, tahun 2020 sebesar 1.1.633,38, tahun 2021 sebesar 1.300.529,23, tahun 2022 sebesar 1.356.654,06 ton, tahun 2023 sebesar 1.368.542 ton, dan tahun 2024 sebesar 1.563.327 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2025). Besarnya nilai produksi menggambarkan besarnya minat pasar akan komoditas tersebut sehingga perlu diupayakan peningkatan volume produksi secara terus menerus, namun dalam upaya peningkatan produksi budidaya sering kali dijumpai beberapa kendala yang dapat mempengaruhi

tingkat keberhasilan dari kegiatan budidaya itu sendiri (Hasan *et al.*, 2017).

Lebih lanjut Hasan *et al.*, (2017), menyatakan bahwa kendala utama dalam produksi perikanan budidaya air tawar meliputi terbatasnya lahan dan air, kualitas air yang kurang ideal, serta pencemaran perairan akibat kelebihan amonia yang berasal dari sisa pakan dan kotoran ikan. Darwis *et al.* (2019) menyarankan bahwa tantangan tersebut dapat diatasi dengan mengembangkan sistem budidaya terintegrasi, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas air dan mengoptimalkan pemanfaatan lahan. Sistem akuaponik menawarkan solusi budidaya yang bersifat ramah lingkungan, hemat air, dan aplikatif pada lahan terbatas (Hasan *et al.*, 2017).

Teknologi budidaya ikan sistem akuaponik merupakan gabungan dari budidaya ikan dan budidaya tanaman sayuran dalam satu kesatuan unit budidaya (Nugroho, 2012). Zidni *et al.* (2019) menjelaskan bahwa sistem ini dapat diterapkan pada lahan dan sumber air yang terbatas.

Upaya lainnya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan produksi budidaya ikan nila selain menerapkan sistem akuaponik yaitu meningkatkan padat penebaran ikan, dimana dalam pengaplikasiannya harus sesuai dan tepat dengan keadaan lingkungannya. Padat tebar yang tidak sesuai dapat menimbulkan stres pada organisme budidaya. Kondisi ini memicu kompetisi ketat dalam memperoleh pakan, oksigen, dan area bergerak, sekaligus mendorong peningkatan signifikan dalam kebutuhan energi metabolisme, seperti yang disebutkan oleh Ronald *et al.* (2014). Sehingga diperlukan pengamatan mengenai padat penebaran ikan yang sesuai dalam sistem akuaponik untuk meningkatkan pertumbuhan dari ikan yang dibudidayakan.

Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan untuk mengkaji pengaruh variasi kepadatan penebaran benih terhadap performa pertumbuhan ikan nila merah.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Organisme uji

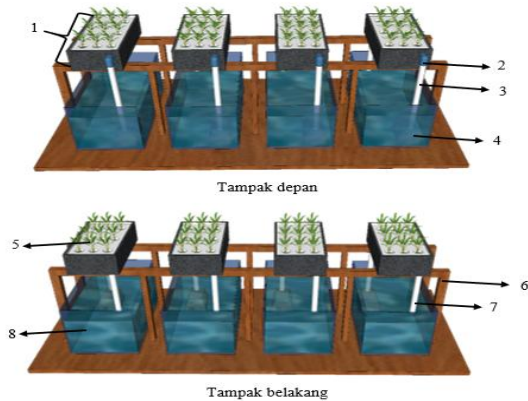
Benih ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) digunakan sebagai organisme uji dalam

penelitian ini. Sampel tersebut memiliki ukuran panjang antara 5–6 cm dan berat antara 2,58–3,11 g. Asal sampel dari Balai Benih Ikan (BBI) Kotarindau, di Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah.

### 2.2. Persiapan wadah

Wadah pemeliharaan untuk penelitian ini menggunakan sistem terpisah untuk ikan dan tanaman. Ikan nila merah dipelihara dalam sebuah kotak *styrofoam* bervolume 40 L (ukuran 50 cm × 33 cm × 30 cm), sedangkan tanaman kangkung darat ditanam menggunakan baki plastik berukuran 33 cm × 25 cm yang dilengkapi papan impraboard hidroponik dengan sembilan lubang tanam berdiameter 5 cm. Wadah *styrofoam box* dan baki plastik dicuci menggunakan sabun kemudian dibilas dengan air bersih dan dilanjutkan dengan pengeringan. Setelah wadah mengering selanjutnya baki plastik dilubangi pada sisi kiri dan bagian bawah menggunakan besi panas dengan diameter 30 mm dimana pelubangan wadah diperuntukan untuk saluran instalasi air.

Pembuatan instalasi air pada sistem akuaponik dimulai dengan memotong pipa akuarium ½ inci dengan ukuran 60 cm sebanyak 16 buah dan ukuran 10 cm sebanyak 32 buah. Selanjutnya pembuatan inlet saluran air dilakukan dengan memasang pipa *el bow* pada pompa akuarium untuk dihubungkan dengan pipa panjang berukuran 60 cm kemudian diletakan secara vertikal di dasar wadah pemeliharaan ikan. Pipa panjang berukuran 60 cm tersebut kemudian dipasang *el bow* pada bagian atasnya untuk dihubungkan dengan pipa ukuran 10 cm yang terpasang pada lubang sisi kiri wadah penanaman kangkung. Selanjutnya pembuatan outlet saluran air dilakukan dengan memasang pipa berukuran 10 cm pada lubang bagian bawah baki plastik, kemudian dilakukan pengisian air sebanyak 30 L pada wadah *styrofoam box*. Adapun desain dari sistem akuaponik yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain sistem akuaponik yang digunakan dalam penelitian.

(1) Bak hidroponik, (2) Impraboard hidropnik, (3) Pipa inlet, (4) Pompa akuarium, (5) Tanaman kangkung, (6) Rak penyangga bak hidroponik, (7) Pipa outlet dan (8) *Styrofoam box*.

### 2.3. Penyemaian tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans poir*)

Persiapan bibit tanaman kangkung dimulai dengan pembuatan media tanam, dimana media tanam yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan sabut kelapa. Bagian sabut kelapa yang digunakan sebagai media tanam adalah bagian serabut, serabut yang telah dipisahkan dari bagian lainnya kemudian direndam selama 3 hari untuk mencegah agar air wadah penelitian tidak menjadi warna merah kecoklatan oleh serabut kelapa. Setelah melalui perendaman selama 3 hari, serabut kelapa dijemur dibawah matahari sampai mengering yang berlangsung selama sehari dan dapat langsung digunakan sebagai media tanam dengan memasukkan serabut kedalam wadah *tray* semai untuk kegiatan penyemaian biji tanaman kangkung.

Proses penyemaian dilakukan dengan merendam biji tanaman kangkung dengan air selama 24 jam untuk mempercepat proses perkecambah biji tanaman (Naemah, 2012). Selanjutnya air rendaman dibuang dan biji tanaman didiamkan pada tempat yang lembab sampai muncul kecambah, proses ini membutuhkan waktu selama 24 jam. Biji yang telah berkecambah kemudian dipindahkan pada wadah *tray* semai dimana biji tanaman disisipkan pada media tanam secara perlahan agar kecambahnya tidak patah, selanjutnya bibit

tanaman disirami air secara terus menerus pada waktu pagi dan sore dalam satu pekan selama proses penyemaian berlangsung.

### 2.4. Penebaran dan pemeliharaan

Bibit ikan nila merah terlebih dahulu diaklimatisasi sebelum dimasukan ke wadah pemeliharaan yang bertujuan untuk menyesuaikan bibit ikan pada lingkungan yang baru. Agar bibit ikan tidak stress diaklimatisasi saat pemindahan di wadah dilakukan dengan cara meletakkan kantong berisi bibit ikan pada permukaan air wadah pemeliharaan dan dibiarkan selama 15 menit, kemudian ikan ditebar pada wadah pemeliharaan sesuai dengan perlakuan secara perlahan. Selanjutnya bibit tanaman kangkung dimasukkan kedalam net pot sebanyak 1 rumpun perwadah yang berisi 3 batang bibit tanaman dan diletakan pada wadah pemeliharaan tanaman.

Ikan uji dipelihara selama 52 hari, diberi pakan komersial Hi-Pro-Vite 781-1 dengan frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari pada pagi pukul 08.00 dan sore 16.00 WITA. Pemberian pakan diberikan sebanyak 5 % dari bobot tubuh ikan (Arzad *dkk.*, 2019). Pengamatan kualitas dilakukan dengan mengukur parameter suhu, pH, DO dan Amonia.

### 2.5. Variabel Penelitian

#### Bobot Mutlak

Formula untuk pertumbuhan bobot mutlak adalah:

$$W = \overline{Wt} - \overline{Wo}$$

Dimana W adalah bobot mutlak (g), Wt adalah bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g) dan Wo adalah bobot ikan pada awal tebar (g)

#### Pertumbuhan Panjang Mutlak

Panjang mutlak ikan nila merah dihitung dengan menggunakan formula:

$$L = \overline{Lt} - \overline{Lo}$$

Dimana L adalah pertumbuhan panjang mutlak (cm), Lt adalah panjang rata-rata pada akhir pemeliharaan (cm) dan Lo adalah panjang rata-rata pada awal penelitian (cm)

### Laju pertumbuhan spesifik bobot

*Specific growth rate* (SGR) adalah laju pertumbuhan spesifik bobot dengan satuan (% *body weight* (BW)/hari). Formula untuk menghitung SGR adalah:

$$SGR = \frac{\ln(Wt) - \ln(Wo)}{t} \times 100\%$$

Dimana *SGR* adalah laju pertumbuhan spesifik bobot (%/hari),  $\ln(Wt)$  adalah Logaritma natural bobot individu benih pada akhir pemeliharaan (g),  $\ln(Wo)$  adalah Logaritma natural bobot individu pada awal pemeliharaan (g),  $t$ =lama pemeliharaan (hari).

### Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup dihitung menggunakan rumus:

$$SR (\%) = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Dimana *SR* adalah Kelangsungan hidup (%),  $Nt$  adalah opulasi pada akhir penelitian (ekor),  $No$  adalah Populasi pada awal penelitian (ekor)

### Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian seperti suhu, oksigen terlarut, pH dan ammonia.

### Analisis Data

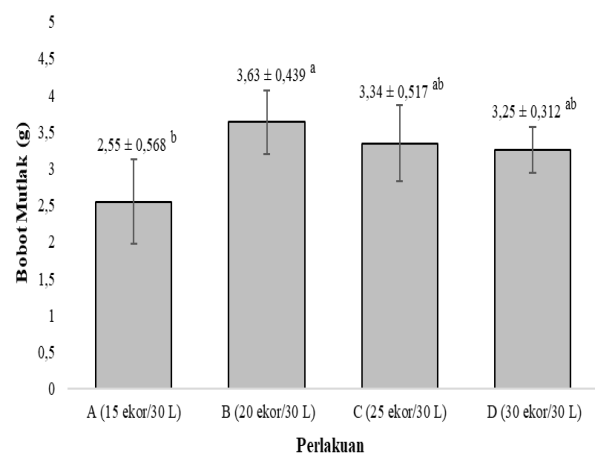
Data terkait **pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan spesifik, kelangsungan hidup** dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ atau Tukey). Sementara itu, data **kualitas air** (meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut/DO) diolah secara deskriptif dan disajikan dalam format tabel atau grafik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Mutlak

Hasil uji ANOVA (analisis ragam) pada taraf kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan padat tebar memberikan pengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap pertambahan bobot (berat) ikan nila merah dalam sistem akuaponik.

Hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan A (padat tebar 15 ekor/30 L) dengan perlakuan B (padat tebar 20 ekor/30 L). Namun demikian, Perlakuan A tidak menunjukkan perbedaan signifikan jika dibandingkan dengan perlakuan C (25 ekor/30 L) dan perlakuan D (30 ekor/30 L). Pola yang sama terlihat pada perlakuan B (padat tebar 20 ekor/30 L), di mana hasilnya berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan A (padat tebar 15 ekor/30 L), namun tidak menunjukkan perbedaan signifikan dengan Perlakuan C (padat tebar 25 ekor/30 L) dan perlakuan D (padat tebar 30 ekor/30 L). Sementara itu, Perlakuan C (padat tebar 25 ekor/30 L) dan Perlakuan D (padat tebar 30 ekor/30 L) tidak menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 2).



Gambar 2. Bobot mutlak ikan nila merah (*Oreochromis sp.*)

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan B (padat tebar 20 ekor/30 L) menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak ikan nila

merah tertinggi, yaitu 3,6 g. Sebaliknya, pertumbuhan terendah tercatat pada perlakuan A (15 ekor/30 L), dengan bobot sebesar 2,55 g. Terjadinya proses pertumbuhan apabila ukuran bobot maupun panjang dari suatu organisme mengalami peningkatan dalam satuan waktu tertentu (Mulqan *et al.*, 2017). Hasil pengukuran pertumbuhan bobot mutlak ikan nila merah selama 47 hari pemeliharaan (Gambar 2) menunjukkan bahwa pertumbuhan bobot pada setiap perlakuan berbeda dikarenakan jumlah padat penebaran setiap wadah. Pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan B (20 ekor/ 30 L) sebesar 3,63 g berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pertumbuhan tertinggi berikutnya secara berurutan pada perlakuan C (25 ekor/30 L), diikuti oleh perlakuan D (30 ekor/30 L), dan terakhir perlakuan A (15 ekor/30 L). Fenomena ini dapat saja terjadi karena pengaruh *social facilitation* pada tingkah laku makan ikan nila merah yang diteliti. *Social facilitation* pada tingkah laku makan ikan adalah fenomena dimana kehadiran atau aktivitas makan dari ikan lain (sejenis atau kelompok) yang jumlahnya relative banyak akan meningkatkan nafsu makan, kecepatan makan, atau jumlah konsumsi pakan individu ikan tersebut. Dengan demikian akan terjadi pertumbuhan optimal pada padat tebar tertentu ikan yang dibudidayakan. Pada penelitian ini perlakuan padat tebar 25 ekor/30 L diduga merupakan padat tebar ideal terhadap pertumbuhan secara optimal ikan nila merah. Sekulovski *et al.* (2026), melakukan penelitian *social facilitation* pada mekanisme pemberian pakan Zebrafish (*Danio rerio*) menyatakan bahwa kehadiran spesies yang sama (konspesifik) dalam jumlah (padat tebar) tertentu dapat meningkatkan motivasi, laju, dan efisiensi pakan individu ikan. Hal ini terjadi pada ikan belanak (*Mugil cephalus*) dari hasil penelitian Kujur dan Parganiha (2013), dimana daya tarik rangsangan visual dalam perilaku makan ikan belanak yang diisolasi paling besar terhadap kelompok ikan sejenis, dan lebih kecil terhadap kelompok ikan bluefish

(*Polmatomus salfatrix*) dan ikan mackerel Atlantik (*Scomber scombrus*).

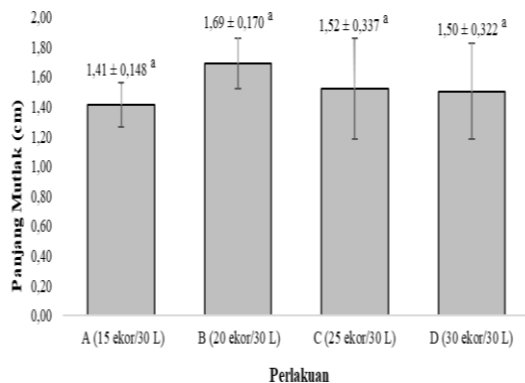
Pertumbuhan bobot mutlak yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Hasil penelitian Arzad *dkk.* (2019), menunjukkan bahwa pengaruh padat penebaran ikan nila yang berbeda memberikan nilai pertumbuhan bobot mutlak berkisar 2,3-2,6 g. Kemudian penelitian Zalukhu *et al.* (2016), memperlihatkan bahwa pertumbuhan bobot mutlak ikan nila yang dipelihara dengan kepadatan berbeda dalam sistem akuaponik memperoleh hasil sebesar 1,34-1,42 g. Pertumbuhan bobot mutlak terbaik pada perlakuan B (20 ekor/30 L) dipengaruhi oleh padat penebarannya yang sesuai dengan volume air yang digunakan. Padat tebar yang tidak sesuai dengan lingkungannya dalam hal ini mencakup kualitas air, volume air atau ketersediaan ruang gerak dapat memicu persaingan antar organisme budidaya dalam ruang gerak, makanan dan konsumsi oksigen terlarut sehingga terjadi stres pada ikan nila (Alfia, 2013).

Hasil penelitian juga menunjukkan meskipun padat tebar pada perlakuan A (15 ekor/30 L) memiliki kepadatan yang rendah namun pertumbuhannya rendah dibandingkan perlakuan lainnya, hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Arzad *dkk.* (2019), dimana pertumbuhan bobot mutlak dengan padat penebaran yang lebih tinggi memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain respon ikan dalam memanfaatkan pakan, sebagaimana yang dinyatakan oleh Djunaedi *et al.* (2016), bahwa pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain respon ikan dalam memanfaatkan pakan.

### **Pertumbuhan Panjang Mutlak**

Hasil uji ANOVA pada taraf kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan padat tebar tidak memberikan pengaruh yang signifikan ( $P>0,05$ ) terhadap

pertumbuhan panjang mutlak ikan nila merah dalam sistem akuaponik (Gambar 3). Meskipun perlakuan padat tebar ikan nila merah yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak, namun hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan panjang mutlak ikan nila merah lebih tinggi pada perlakuan B (20 ekor/ 30 L) sebesar 1,69 cm.



Gambar 3. Pertumbuhan panjang mutlak ikan nila merah (*Oreochromis sp.*)

Pertumbuhan terbagi menjadi dua istilah yakni pertumbuhan secara mutlak dan pertumbuhan secara nisbi atau pertumbuhan relatif, pertumbuhan mutlak adalah bertambahnya bobot maupun panjang tubuh organisme dalam suatu selang waktu (Nugroho, 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa padat penebaran tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang ikan nila pada setiap perlakuan.

Pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan B (20 ekor/ 30 L) sebesar 1,69 cm diikuti berturut-turut perlakuan C (25 ekor/ 30 L) sebesar 1,52 cm, perlakuan D (30 ekor/ 30 L) sebesar 1,50 cm dan pertumbuhan panjang mutlak terendah ada pada perlakuan A (15 ekor/ 30 L) sebesar 1,41 cm. Menurut Hidayat dkk. (2013), pertumbuhan suatu organisme dipengaruhi oleh dua jenis faktor, yaitu internal dan eksternal. Faktor internal mencakup ketahanan terhadap penyakit dan kemampuan untuk mencerna atau memanfaatkan makanan. Faktor eksternal meliputi kondisi fisik dan kimiawi

dari air tempat budidaya. Terjadinya pertumbuhan atau penambahan bobot ikan akan diikuti dengan bertambahnya panjang tubuh ikan nila merah selama pemeliharaan.

Pertumbuhan panjang mutlak lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Arzad dkk. (2019) dan lebih tinggi dibandingkan penelitian Zalukhu dkk. (2016), dimana hasil penelitian Arzad dkk. (2019), yaitu nilai pertumbuhan panjang mutlak berkisar 3,3-3,4 cm. Kemudian penelitian Zalukhu dkk. (2016), memperlihatkan bahwa pertumbuhan panjang mutlak ikan nila yang dipelihara dengan kepadatan berbeda dalam sistem akuaponik memperoleh hasil sebesar 1,34-1,42 cm.

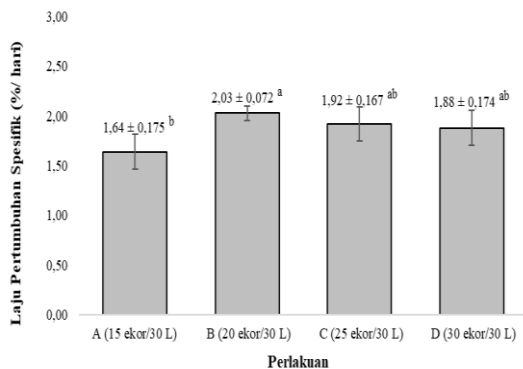
Pertumbuhan panjang mutlak tertinggi ada pada perlakuan B (20 ekor/ 30 L) diduga karena padat penebarannya sesuai dengan volume air yang digunakan dan didukung oleh kemampuan ikan dalam memanfaatkan pakan untuk proses pertumbuhan yang didukung oleh kualitas air yang optimal (Tabel 1). Pertumbuhan panjang mutlak rendah pada perlakuan C (25 ekor/ 30 L) dan D (30 ekor/ 30 L) diduga karena jumlah penebaran yang lebih tinggi sehingga pertumbuhannya terhambat karena terjadi persaingan dimana hal ini sesuai dengan pernyataan Hermawan dkk. (2012), bahwa padat penebaran yang tinggi bahkan melebihi batas toleransi dapat memberikan pengaruh terhambatnya pertumbuhan dan mengganggu fisiologi ikan akibat terjadinya persaingan antar organisme budidaya.

#### Pertumbuhan spesifik bobot

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95% memperlihatkan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) perlakuan perbedaan kepadatan terhadap pertumbuhan spesifik bobot ikan nila merah pada sistem akuaponik.

Hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) menunjukkan pola perbedaan signifikan di antara perlakuan padat tebar. Perlakuan A (padat tebar 15 ekor/30 L) berbeda nyata dengan Perlakuan B (padat tebar 20 ekor/30 L), namun tidak berbeda

nyata dengan Perlakuan C (padat tebar 25 ekor/30 L) dan D (padat tebar 30 ekor/30 L). Perlakuan B (padat tebar 20 ekor/30 L) berbeda nyata dengan Perlakuan A (padat tebar 15 ekor/30 L), namun tidak berbeda nyata dengan Perlakuan C (padat tebar 25 ekor/30 L) dan D (30 ekor/30 L). Perlakuan C dan D (padat tebar 25 dan 30 ekor/30 L) tidak menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 4).



Gambar 4. Laju pertumbuhan spesifik bobot ikan nila merah (*Oreochromis sp.*)

Hasil penelitian menunjukkan laju pertumbuhan spesifik bobot ikan nila merah tertinggi pada perlakuan B (20 ekor/ 30 L), sebesar 2,03 %/hari dan terendah pada perlakuan A (15 ekor/ 30 L) sebesar 1,64 %/hari. Pertumbuhan spesifik merupakan pertumbuhan bobot maupun panjang tubuh ikan yang terjadi dalam beberapa selang waktu kemudian dibandingkan dengan bobot maupun panjang tubuh ikan pada awal pemeliharaan (Nugroho, 2006). Hasil laju pertumbuhan spesifik bobot ikan nila merah selama 47 hari pemeliharaan yang tertera pada Gambar 4 3, menunjukkan pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan B (padat tebar 20 ekor/ 30 L) sebesar 2,03 %/hari dan terendah pada perlakuan A (padat tebar 15 ekor/ 30 L) sebesar 1,64%/hari.

Dalam penelitian ini faktor yang mempengaruhi tingginya dan rendahnya laju pertumbuhan spesifik bobot disebabkan oleh perbedaan padat penebaran, tingginya laju pertumbuhan spesifik bobot pada perlakuan B (20 ekor/ 30 L) di pengaruhi oleh padat penebarannya yang sesuai diikuti

kondisi lingkungan yang mendukung serta ikan memanfaatkan pakan yang diberikan dengan baik. Sebagaimana yang disampaikan oleh Megaperdana (2016), tinggi dan rendahnya nilai laju pertumbuhan spesifik organisme budidaya dipengaruhi oleh kepadatan organisme dalam suatu wadah pemeliharaan kualitas air media budidaya. Namun untuk kualitas air sendiri dalam penelitian ini tidak menjadi faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik bobot karena kisarannya yang tergolong optimal untuk keseluruhan wadah perlakuan (Tabel 1).

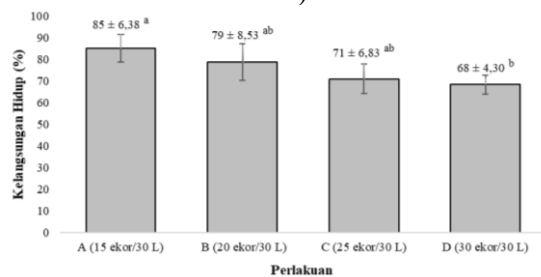
Sementara rendahnya laju pertumbuhan spesifik bobot pada perlakuan A (15 ekor/30 L) diduga karena ikan nila merah yang dipelihara kurang merespon pakan yang diberikan sementara rendahnya laju pertumbuhan spesifik bobot pada perlakuan C (25 ekor/30 L) dan D (30 ekor/30 L) dipengaruhi oleh keterbatasan ruang gerak dan oksigen akibat padat tebar yang tinggi sehingga ikan menjadi mudah stres, akibatnya ikan kurang nafsu makan dan energi yang diperoleh dari pakan sedikit dan hanya dapat digunakan untuk proses fisiologis beradaptasi dengan lingkungannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hakim (2019), bahwa penurunan laju pertumbuhan bobot maupun panjang spesifik ikan diakibatkan terganggunya ruang yang terbatas dan kompetisi pakan maupun oksigen. Akibatnya energi yang diperoleh dari pakan hanya mampu memenuhi kebutuhan ikan dalam mempertahankan diri.

### Kelangsungan Hidup

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95% diketahui bahwa padat tebar yang berbeda memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kelangsungan hidup ikan nila merah dalam sistem akuaponik. Gambar 5 memperlihatkan hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) menunjukkan pola signifikansi sebagai berikut: Perlakuan A (15 ekor/30 L) menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan D, namun tidak berbeda nyata

dengan perlakuan B (padat tebar 20 ekor/30 L) dan C (padat tebar 25 ekor/30 L). Perlakuan B (padat tebar 20 ekor/30 L) dan Perlakuan C (padat tebar 25 ekor/30 L) tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan D (padat tebar 30 ekor/30 L) berbeda nyata dengan perlakuan A (padat tebar 15 ekor/30 L), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (padat tebar 20 ekor/30 L) dan C (padat tebar 25 ekor/30 L).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan A (padat tebar 15 ekor/30 L) memberikan tingkat kelangsungan hidup ikan nila merah tertinggi, mencapai 85%. Meskipun demikian, angka ini secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan B (padat tebar 20 ekor/30 L) dan perlakuan C (padat tebar 25 ekor/30 L).



Gambar 5. Kelangsungan hidup ikan nila merah (*Oreochromis sp.*)

Kelangsungan hidup merupakan presentase jumlah organisme yang hidup pada akhir pemeliharaan dari jumlah awal penebaran dalam suatu wadah budidaya (Yuliati, 2003). Presentase kelangsungan hidup pada perlakuan A (padat tebar 15 ekor/ 30 L) dan perlakuan B (padat tebar 20 ekor/ 30 L) tergolong baik sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) dimana nilai minimum kelangsungan hidup yang dikategorikan baik untuk ikan nila adalah 75% (SNI 6141:2009).

Hasil presentase kelangsungan hidup yang diperoleh pada penelitian ini rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Arzad *dkk.* (2019), yang menunjukkan bahwa pengaruh padat penebaran ikan nila yang berbeda memberikan presentase kelangsungan hidup dengan kisaran 82-96

%. Pada perlakuan A (padat tebar 15 ekor/ 30 L) dan B (20 ekor/ 30 L) merupakan kelangsungan hidup yang baik dikarenakan padat penebarannya yang rendah sehingga ikan mampu bertahan hidup hingga akhir pemeliharaan, sebagaimana yang diungkapkan oleh Haryono *dkk.* (2015), bahwa faktor yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup adalah ketersediaan ruang gerak yang mampu mengurangi resiko adanya kompetisi akan kebutuhan oksigen maupun pakan antar organisme budidaya. Sementara rendahnya kelangsungan hidup pada perlakuan C (padat tebar 25 ekor/ 30 L) dan perlakuan D (padat tebar 30 ekor/ 30 L) disebabkan adanya kompetisi dalam memperebutkan ruang gerak, pakan maupun oksigen (Hakim, 2019).

### Kualitas air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian berlangsung adalah suhu, oksigen terlarut, pH dan amonia. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian tertera pada Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian yang tertera (Tabel 1) menunjukkan bahwa nilai pengukuran parameter kualitas air masih berada dalam kisaran yang layak untuk menunjang pertumbuhan ikan nila merah.

Parameter kualitas air merupakan indikator yang menentukan layak atau tidaknya kondisi suatu perairan dalam menunjang kehidupan maupun pertumbuhan dari organisme akuatik yang dibudidayakan dalam nilai kisaran yang telah ditentukan. Kisaran kualitas air yang baik dapat mendukung kehidupan ikan untuk bertumbuh dengan baik (Jumaidi *et al.*, 2016). Nilai parameter kualitas air selama pemeliharaan pada kisaran layak untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhan ikan nila merah, berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI) kisaran kualitas air yang layak untuk budidaya ikan nila terdiri dari suhu 23-30°C , pH berkisar antara 7,5-8,8, Oksigen terlarut (DO) >5 mg/l, dan amonia berkisar antara 0,05-0,2 mg/l (SNI 6139:2009).

Suhu merupakan parameter kualitas air yang dapat mempengaruhi proses fisiologis dari organisme akuatik. Suhu air merupakan faktor yang perlu mendapat perhatian utama dalam sistem akuaponik. Menurut Habiburrohmah (2018) perubahan suhu air dapat mempengaruhi parameter kualitas air lainnya seperti kadar pH, oksigen terlarut, bahkan tingkah laku ikan. Kisaran suhu pada wadah pemeliharaan setiap perlakuan berbeda-beda yaitu perlakuan A pada pagi hari berkisar 27-31°C dan pada sore hari 29-32°C, perlakuan B pada pagi hari 26-29°C dan sore hari 29-31°C, perlakuan C pagi hari 26-29°C dan sore hari 29-31°C, perlakuan D pagi hari 26-30°C dan sore hari 29-32°C. Menurut Chin (2006) Suhu perairan menunjukkan perubahan bersifat dinamis, dimana faktor yang mempengaruhi berubahnya suhu perairan dari waktu ke waktu adalah keberadaan tumbuhan seperti pohon atau tanaman air, air buangan (limbah) yang masuk ke badan air, radiasi matahari, suhu udara, cuaca, dan iklim.

Menurut Prakoso (2014), menyatakan bahwa sebagian besar organisme akuatik sensitif terhadap perubahan pH, dan lebih menyukai pH netral yaitu antara 7-8,5. Kisaran pH pada wadah penelitian setiap perlakuan memiliki varian nilai yang berbeda diantaranya perlakuan A pada pagi hari berkisar 7,8-8,5 dan pada sore hari 8-8,5, perlakuan B pada pagi hari 7,8-8,1 dan sore hari 8-8,2, perlakuan C pagi hari 7,7-8,3 dan sore hari 7,9-8,2, perlakuan D pagi hari 7,7-8,2 dan sore hari 7,9-8,5. Menurut Utami *et al.* (2019), adanya fluktuasi nilai pH dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida dan oksigen terlarut didalam air. Tinggi dan rendahnya nilai pH suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi gas-gas dalam air seperti CO<sub>2</sub>, konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat dan proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan (Barus, 2004). Menurut Yanti (2020) konsentrasi pH yang menurun (cenderung asam) dipengaruhi oleh kadar karbondioksida yang tinggi pada perairan, sementara konsentrasi pH yang tinggi

(cenderung basa) disebabkan oleh kelarutan oksigen terlarut yang tinggi.

Oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air yang memegang peranan penting bagi seluruh organisme akuatik. Kisaran oksigen terlarut pada wadah penelitian setiap perlakuan memiliki varian nilai yang berbeda diantaranya perlakuan A (15 ekor/ 30 L) pada pagi hari berkisar 7-7,3 mg/l dan pada sore hari 7,1-7,6 mg/l, perlakuan B (20 ekor/ 30 L) pada pagi hari 7-7,3 mg/l dan sore hari 7,1-7,6 mg/l, perlakuan C (25 ekor/ 30 L) pagi hari 7-7,8 mg/l dan sore hari 7-7,5 mg/l, perlakuan D (30 ekor/ 30 L) pagi hari 7-7,8 mg/l dan sore hari 7-7,8 mg/l dimana ketersediaan oksigen terlarut dalam penelitian bersumber dari perlengkapan aerasi berupa pompa. Menurut Mubarak *dkk.* (2010), ketersediaan oksigen terlarut di perairan memiliki dampak pada kelangsungan hidup organisme akuatik. Sumber utama oksigen terlarut di perairan berasal dari difusi udara, aerasi dan fotosintesis tanaman akuatik.

Penurunan kadar oksigen terlarut di perairan disebabkan oleh proses respirasi dan penguraian bahan organik di dasar perairan. Selain itu, konsentrasi oksigen terlarut juga dipengaruhi oleh faktor-faktor fisik, seperti suhu, salinitas, dan tekanan atmosfer, serta faktor biologis. Konsentrasi oksigen terlarut juga dipengaruhi oleh faktor biologis seperti kepadatan organisme akuatik jika semakin padat organisme perairan maka laju respirasi juga akan semakin meningkat (Department of Primary Industries and Resources of South Australia, 2003).

Amonia merupakan produk ekskresi utama ikan yang dihasilkan dari katabolisme protein makanan dan kemudian diekskresikan (Ebeling *dkk.*, 2006). Nilai konsentrasi amonia pada tiap wadah penelitian berkisar antara lain perlakuan A (15 ekor/ 30 L) (0,01-0,1) ppm, Perlakuan B (20 ekor/ 30 L) (0,01-0,1) ppm, Perlakuan C (25 ekor/ 30 L) (0,01-0,2) ppm dan Perlakuan D (30 ekor/ 30 L) (0,01-0,2) ppm. Menurut Wahyuningsih dan Gitarama

(2020) tinggi dan rendahnya konsentrasi amonia diperairan dipengaruhi oleh banyaknya sisa ekskresi organisme akuatik, jumlah kepadatan organisme, dan bahan organik yang mengendap pada dasar perairan. Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi konsentrasi amonia didalam perairan adalah suhu perairan dan derajat keasaman (Said dan Sya'bani, 2014).

### KESIMPULAN

Perlakuan padat tebar sebanyak 20 ekor untuk 30 liter air dalam sistem akuaponik menggunakan tanaman kangkung darat merupakan perlakuan terbaik diantara perlakuan lainnya terhadap pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan bobot spesifik, dan kelangsungan hidup ikan nila merah (*Oreochromis sp.*).

### DAFTAR PUSTAKA

- Alfia, R. A., Arini E., Elfitasari, T., 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *J. of Aquaculture Management and Technology*, Vol.2(3): 86-93.
- Ardita, N., Budiharjo, A., dan Sari, S. L. A., 2015. Pertumbuhan dan Rasio Konversi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Prebiotik. *Jurnal Bioteknologi*. Vol.12(1): 16-21.
- Arzad. M., Ratna dan Fahrizal, A., 2019. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam Sistem Akuaponik. *J. Median*. Vol.11(2): 39-47.
- Barus, T. A., 2004. Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Burhanuddin dan Erfan, A. H., 2011. Pertumbuhan Ikan Nila Merah F<sub>1</sub> dan Nila Merah Gift F<sub>2</sub> di Tambak. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. 19-21 Juli. Bali.
- Chin, D. A., 2006. *Water-Quality Engineering in Natural Systems*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Darwis, Joppy, D. M., dan Sammy, N. J. L., 2019. Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus caprio*) Sistem Akuponik dengan Padat Penebaran Berbeda. *J. Budidaya Perairan*. Vol.7(2): 15-21.
- Department of Primary Industries and Resources of South Australia. 2003. *Water Quality in Fresh Aquaculture Ponds*. [http://www.pir.sa.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0008/34001/watqual.pdf](http://www.pir.sa.gov.au/data/assets/pdf_file/0008/34001/watqual.pdf). 22/08/09. p3.
- Djajasewaka, H. Y., 1985. *Makanan Ikan*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Djunaedi, A., Retno, H., Rudi, P., Sri, R., Retno, W. A., dan Bintang, S., 2016. Pertumbuhan ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) di Tambak dengan Pemberian Ransum Pakan dan Padat Penebaran yang Berbeda. *J. Kelautan Tropis*. Vol.19(2): 131-142.
- Ebeling, J. M., Timmons, M. B., and Bisogni, J. J., 2006. Engineering Analysis of the Stoichiometry of Photoautotrophic, Autotrophic and Heterotrophic Removal of Ammonia-Nitrogen in Aquaculture System. *J. Aquaculture*. Vol.257 : 346-358.
- Effendie, M. I., 1997. *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta.
- Habiburrohman, 2018. *Aplikasi Teknologi Akuaponik Sederhana pada Budidaya Ikan Air Tawar untuk Optimalisasi Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*)*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Raden Intan, Lampung.
- Hakim, A. R., 2019. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan

- Nilu (*Oreochromis niloticus*). Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Hapsari, A. T., Sri, D., dan Endah, D. A., 2018. Pertumbuhan Batang, Akar dan Daun Gulma Katumpangan (*Pilea microphylla* (L.) Liebm.). J. Buletin Anatomi dan Fisiologi. Vol.3(1): 79-84.
- Haryono, H. N., Pinandoyo dan Chilmawati, D., 2015. Pengaruh Pakan Buatan dengan Tepung Ikan Petek terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Strain Larasati (*Oreochromis niloticus*). J. of Aquaculture Management and Technology. Vol.4(1) : 64-70.
- Hasan, Z., Andriani, Y., Dhahiyat, A., Sahidin, A., dan Rubiansyah, M. R., 2017. Pertumbuhan Tiga Jenis Ikan Dan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans poir*) yang Dipelihara dengan Sistem Akuaponik. J. Iktiologi Indonesia. Vol.17(2): 176-184.
- Hermawan, A.T., Iskandar dan Subhan, U., 2012. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Kelangsungan Hidup Pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch.) di Kolam Kali Menir Indramayu. J. Perikanan dan Kelautan. Vol.3 (3): 85-93.
- Hidayat D., Ade, D. S., dan Yulisma. 2013. Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang diberi Pakan Berbahan Baku Tepung Keong Mas (*Pomacea* sp). J. Akuakultur Rawa Indonesia. Vol.1(2) : 161–172.
- Ihsanudin Iman, Sri Rejeki Pinjung Nawang Sari. 2014. Pengaruh Pemberian Rekombinan Hormon Pertumbuhan (*Rgh*) Melalui Metode Oral Dengan Interval Waktu Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*). J. Aquaculture Management and Technology. Vol.3(2): 94-102.
- Irawati, dan Zuchrotus, S., 2013. Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans poir*) dengan Pemberian Pupuk Organik Berbahan Dasar Kotoran Kelinci. J. Bioedukatika. Vol. 1(1): 3-14.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2025. Data Produksi Perikanan Budidaya. Melalui <https://portaldata.kkp.go.id/portals/d/ata-statistik/prod-ikan/tbl-statis/d/53>
- Kujur, P. dan Parganiha, A. 2013. Social Interaction in Fish: A Brief Review. Journal of Ravishankar University (Part-B: Science), 25(1), pp. 26-34. <https://jrub.com/AbstractView.aspx?PID=2013-25-1-2>
- Malik, N., 2014. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata*. Ness) Hasil Pemberian Pupuk dan Intensitas Cahaya Matahari yang Berbeda. J. Agroteknos. Vol.4(3): 189-193.
- Megaperdana, M. I., 2016. Pengaruh Budidaya Sistem Akuaponik dengan Padat Penebaran Ikan yang berbeda Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius hypenthalamus*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Mubarak, A. S., Diah, A. S. U., dan Rahayu, K., 2010. Korelasi Antara Konsentrasi Oksigen Terlarut pada Kepadatan yang Berbeda dengan Skoring Warna *Daphnia* Sp. J. Perikanan dan Ilmu Kelautan. Vol. 2(1): 45-50.
- Mulqan, M., Sayyid, A. E. R., dan Irma, D., 2017. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda. J. Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah. Vol.2(1): 183-193.

- Naemah, D., 2012. Teknik Lama Perendaman Terhadap Daya Kecambah Benih Jelutung (*Dyera polyphylla Steenis*). Fakultas Kehutanan. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Nugroho, R. A., Lilik, T., Diana, P. C., dan Alfabetian, H. C. H., 2012. Aplikasi Teknologi Aquaponic Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. *J. Saintek Perikanan*. Vol.8(1): 46-51.
- Prakoso, T., 2014. Pengaruh Suhu yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy lac*) di dalam Akuarium. Fakultas Pertanian, Universitas Antakusuma, Pangkalan Bun.
- Pratopo, L. H dan Thoriq, A., 2021. Produksi Tanaman Kangkung dan Ikan Lele Sistem Akuapomik. *J. Ilmiah Pertanian*. Vol.9(1): 68-76.
- Ronald, N., Bwanika, G., and Eriku, G., 2014. The Effect of Stocking Density on the Growth and Survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fry at Son Fish Farm, Uganda. *J. Aquac Res Development*. Vol.5(2): 1-7.
- Said, N. I., dan Sya'bani, M. R., 2014. Penghilangan Amoniak di dalam Air Limbah Domestik dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *J. Akuakultur Indonesia*. Vol.7(1): 44-65.
- Sekulovski, B., Soref, L. & Miller, N. 2026. Mechanisms of socially facilitated feeding in Zebrafish (*Danio rerio*). *Learn Behav* 54, 60–68. <https://doi.org/10.3758/s13420-025-00691-2>.
- Standar Nasional Indonesia 6139:2009. 2009. Produksi Induk Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus* Bleeker) Kelas Induk Pokok. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia 6141:2009. 2009. Produksi Benih Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus* Bleeker) Kelas Benih Sebar. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Stickney, R.R., 1979. Principles of Warm Water Aquaculture. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Utami, T. S .B., Z. Hasan, M. L. Syamsuddin, dan H. Hamdani, 2019. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) dengan Beberapa Tanaman Sayuran dalam Sistem Resirkulasi Akuaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* Vol.10(2): 81-88.
- Wahyuningsih, S. dan Gitarama, A. M. 2020. Amonia pada Sistem Budidaya Ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*. Vol. 5 (1).
- Widyastuti, Y .R., 2008. Peningkatan Produksi Air Tawar melalui Budidaya Ikan Sistem Akuaponik. Prosiding Nasional imnologi LIPI. Bogor.
- Yanti, A. N., 2020. Pengaruh Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Terhadap pH Air Laut. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Yuliati, P., Kadarini, T., Rusmaedi dan Subandiyah. 2003. Pengaruh Padat Penebaran terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*) di Kolam. *J. Ikhtiologi Indonesia*. Vol.3(2) : 63-66.
- Zalukhu, J., Fitriani, M., dan Sasanti, A. D., 2016. Pemeliharaan Ikan Nila dengan Padat Tebar Berbeda pada Budidaya Sistem Akuaponik. *J. Akukultur Rawa Indonesia*. Vol.4(1) 80-90.
- Zenneveld, N., Huisman, E. A., dan Boon, J. H., 1991. Prinsip-prinsip budidaya ikan. PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Zidni, I., Iskandar, Achmad, R., Yuli, A., dan Rian, R., 2019. Efektivitas Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda Terhadap Kualitas Air Media Budidaya Ikan. *J. Perikanan dan Kelautan*. Vol.9(1): 81-94.