



**Jurnal Sains Akuakultur Tropis**  
**Departemen Akuakultur**  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275  
Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698  
Email: [sainsakuakulturtropis@gmail.com](mailto:sainsakuakulturtropis@gmail.com), [sainsakuakulturtropis@undip.ac.id](mailto:sainsakuakulturtropis@undip.ac.id)

**Penggunaan Media Tanam Berbeda Terhadap Performa Pertumbuhan Ikan Mas  
(*Cyprinus carpio*), Pakcoy (*Brassica rapa* L.) dan Kualitas Air Pada Sistem Akuaponik  
Skala Komersial**

*The Use of Different Planting Media on the Growth Performance of Goldfish (*Cyprinus carpio*), Pakcoy (*Brassica rapa* L.) and Water Quality in Commercial Scale Aquaponic Systems*

**Pamesty Rahma Aji, Slamet Budi Prayitno, Dicky Harwanto, Sarjito\***

Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang 50275. Indonesia, Telp/Fax. 6224 7474698

\* Corresponding author: [sarjito@liveundip.ac.id](mailto:sarjito@liveundip.ac.id)

**ABSTRAK**

Industri akuakultur memegang peran dalam pemenuhan kebutuhan protein, sehingga ketersediaan lahan sangat dibutuhkan sebagai tempat budidaya ikan. *Urban farming* dapat dijadikan alternatif dalam kebutuhan pangan, karena sistem ini memanfaatkan lahan sempit yang diharapkan dapat memperoleh produktivitas yang tinggi dengan lahan terbatas. Salah satu sistem tersebut adalah akuaponik yang merupakan gabungan antara akuakultur resirkulasi dan hidroponik. Perlakuan yang digunakan berupa perbedaan media tanam dengan satuan percobaan berupa pipa paralon berjumlah 3 buah/sistem (14 lubang/pipa) dan 120 ekor/kolam. Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu mempersiapkan alat dan bahan, persiapan wadah serta sistem, persiapan tanaman, penebaran benih, pemeliharaan ikan, dan monitoring sistem. Data yang dikumpulkan meliputi nilai laju pertumbuhan spesipik (SGR), Kelulushidupan (SR), konversi pakan (FCR), pertumbuhan bobot mutlak ikan mas, panjang mutlak ikan mas, pertumbuhan panjang dan jumlah daun tanaman pakcoy yang dianalisis menggunakan uji *Independent T-Test*. Kualitas air kolam dianalisis secara deskriptif. Hasil nilai performa pertumbuhan ikan mas terbaik pada media tanam arang sekam diantaranya bobot mutlak (16,305 g), panjang mutlak (4,29 cm), SGR (2%/hari). Media tanam arang sekam memberikan pertumbuhan tanaman terbaik berupa panjang mutlak tanaman (2,87 cm), rerata jumlah daun (7,45 helai), SR ikan mas (70,83%), dan FCR ikan mas (1,67). Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa media tanam yang berbeda memberikan hasil yang berbeda terhadap pertumbuhan ikan mas dan tanaman pakcoy. Media tanam arang sekam memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan mas pada sistem akuaponik, sedangkan media tanam sabut kelapa memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Performa kualitas air pada kedua media yang berbeda memberikan nilai yang optimal.

**Kata kunci:** akuaponik, Sekam, sabut kelapa, ikan mas, pakcoy.

**ABSTRACT**

*The aquaculture industry plays a role in meeting protein needs, so the availability of land is needed as a place for fish farming. Urban farming can be an alternative for food needs, because this system utilizes narrow space which is expected to obtain high productivity with limited land. One of these systems is aquaponics which is a combination of recirculating aquaculture and hydroponics. The treatment used was in the form of different planting media with experimental units in the form of 3 PVC pipes/system (14 holes/pipe) and 120 fish/pond. The research procedures carried out were preparing tools and materials, preparing containers and systems, preparing plants, spreading seeds, maintaining fish, and monitoring the system. The data collected included specific growth rate (SGR), survival rate (SR), Feed conversion ratio (FCR), absolute*

*weight growth of carp, absolute length of carp, growth in length and number of leaves of pakcoy plants which were analyzed using the Independent t-test. The quality of the water was analyzed descriptively. The results of the best growth performance values of carp on rice husk charcoal planting media include absolute weight (16.305 g), absolute length (4.29 cm), SGR (2%/day). Rice husk charcoal planting media provides the best plant growth in the form of absolute plant length (2.87 cm), average number of leaves (7.45 strands), SR of carp (70.83%), and FCR of carp (1.67). Based on the results of the study, it can be concluded that different planting media provide different results for the growth of carp and pak choi plants. Rice husk charcoal planting media has an effect on the growth and survival of carp in the aquaponic system, while coconut fiber planting media has an effect on the growth of pak choi plants. The performance of water quality in both different media provides optimal values.*

**Keywords :** *aquaponics, rice husk charcoal, coconut fiber, goldfish, pakchoy plants,.*

## PENDAHULUAN

Industri akuakultur memegang peran penting dalam pemenuhan akan kebutuhan ikan sebagai sumber protein melalui budidaya ikan. Ikan untuk konsumsi manusia yang berasal dari akuakultur diperkirakan meningkat dari tahun 2016-2018 yaitu 52% menjadi 58% pada tahun 2028 (Asha *et al.*, 2021). Tingginya konsumsi ikan membuat pembudidaya ikan semakin meningkat terutama pada budidaya ikan mas. Produksi akuakultur semakin meningkat sehingga memunculkan permasalahan yang kerap datang dalam usaha budidaya diantaranya ketersediaan lahan budidaya dan kualitas air (Darwis *et al.*, 2019). *Urban farming* merupakan alternatif dalam pemecahan masalah, karena prinsip dasarnya berupa aktivitas pertanian pada lahan yang terbatas atau sempit dengan pertanian perkotaan yang diusahakan pada lahan yang lebih luas bisa menjadi kegiatan berskala bisnis besar dan menguntungkan (Nurjismi, 2021). Akuaponik merupakan salah satu sistem yang ada dalam *urban farming*, karena sistem ini menggabungkan antara akuakultur resirkulasi dan hidroponik sehingga dapat meminimalisirkan penggunaan lahan (Goddek *et al.*, 2019; Somerville *et al.*, 2014).

Salah satu aspek penting dalam sistem akuaponik adalah pemilihan media tanam yang berfungsi untuk melindungi akar tanaman dan menancapkannya secara stabil (Utami *et al.*, 2015). Media tanam berfungsi sebagai biofilter yang bertindak sebagai teknik pengendali polusi dengan menggunakan mikroorganisme untuk mendegradasi amonia secara biologis dalam air limbah budidaya dan proses pengolahan nitrogen (Mattei *et al.*, 2018). Penelitian dilakukan pada Wilayah Kabupaten Tegal yang memiliki sumber daya alam melimpah sehingga dapat dilakukan budidaya ikan dengan sistem akuaponik pada daerah tersebut. Sistem akuaponik pada umumnya memanfaatkan media *rockwool* sebagai tempat tanaman tumbuh, namun ketersediaannya sulit didapatkan dan harga yang ditawarkan termasuk mahal. Ketersediaan *rockwool* pada wilayah Tegal masih jarang dan mahal sehingga diperlukannya alternatif lain pada media tanam akuaponik.

Arang sekam dan sabut kelapa menjadi salah satu alternatif media tanam sistem hidroponik selain *rockwool*. Menurut Singgih *et al.* (2019), media tanam ini sangat mudah dicari dan harganya murah, selain itu media tanam ini memiliki beberapa kandungan (hidrogen, oksigen, protein kasar dan juga kandungan-kandungan lain) yang berguna untuk pertumbuhan tanaman sehingga tanaman dapat menyerap bahan organik yang berbahaya pada kualitas air ikan. Media tanam sabut kelapa dapat dijadikan alternatif dalam berbagai jenis tanaman terutama untuk sistem hidroponik karena mempunyai sifat yang mudah menyerap dan menyimpan air yang baik untuk tanaman (Wahyuni *et al.*, 2022). Menurut hasil penelitian Cahyadi dan Nurhayati (2021), media tanam arang sekam dan sabut kelapa memberikan pertumbuhan pada tanaman pakcoy melalui penyerapan nutrisi dari kotoran ikan. Ketersediaan arang sekam dan sabut kelapa yang melimpah harus dimanfaatkan dengan baik yaitu dengan menggunakan arang sekam dan sabut kelapa sebagai media tanam di sistem akuaponik. Oleh karena itu, diperlukannya penelitian mengenai media tanam sabut kelapa dan arang sekam dengan sistem akuaponik di skala komersial.

## MATERI DAN METODE

### Materi Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian yaitu benih ikan mas berukuran 7-10 cm. Bibit tanaman untuk di semai yaitu pakcoy. Media tanam yang digunakan berupa arang sekam dan sabut kelapa. Alat yang digunakan berupa kolam terpal serta rangka diameter 3m, pipa PVC, pipa L, pot net, nampan, pompa air, seser, ember, timbangan digital, penggaris, *milimeter block*, toples, botol 600mL, gunting, DO meter, pH meter, alat tulis dan *handphone*.

### Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini adalah metode eksperimental sebagaimana dikemukakan oleh Srigandono (1989), bahwa metode eksperimental adalah usaha yang terencana untuk mengungkap fakta-fakta baru dalam rangka menemukan, menguatkan atau membantah hasil-hasil yang sudah ada sebelumnya. Metode

penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan menggunakan 2 perlakuan berupa 120 ikan dan 42 tanaman. Hasil penelitian menggunakan *independents sample t test*. Perlakuan yang dilakukan pada penelitian adalah sebagai berikut:

- A : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam arang sekam
- B : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam sabut kelapa

### Variabel Penelitian

#### Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate; SGR*) Ikan Mas

SGR dapat dihitung menggunakan rumus yang telah dipakai pada penelitian Andriana *et al.* (2019) laju pertumbuhan ikan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$SGR = \frac{(LnWt - LnWo)}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

- SGR = Laju Pertumbuhan Spesifik (%/hari)
- Wt = Berat ikan pada akhir penelitian (g)
- Wo = Berat ikan pada awal penelitian (g)
- T = Waktu Pemeliharaan (hari)

#### Kelulushidupan (*Survival Rate; SR*) Ikan Mas

Tingkat kelulushidupan dapat dihitung dengan menghitung jumlah biota yang hidup pada akhir pemeliharaan atau pada saat panen dibagi dengan jumlah biota pada awal pemeliharaan. SR dapat dihitung menggunakan rumus yang telah dipakai pada penelitian (Effendi, 2002; Jannah *et al.*, 2021), adalah sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{N0} \times 100\%$$

Keterangan :

- SR = Tingkat Kelulushidupan (%)
- N0 = Jumlah kultivan pada awal penelitian (ekor)
- Nt = Jumlah kultivan pada akhir penelitian (ekor)

#### Rasio Konversi Pakan (*Feed Conversion Ratio; FCR*) Ikan Mas

Rasio konversi pakan merupakan perbandingan antara berat pakan yang sudah diberikan dalam siklus periode tertentu dengan berat total biomassa yang dihasilkan. Nilai FCR digunakan sebagai indikator efisiensi penggunaan pakan. Nilai FCR dihitung dengan menggunakan rumus dari studi-studi sebelumnya (Murtidjo, 2001; Jannah *et al.*, 2021):

$$FCR = \frac{F}{Wt + D - Wo} \times 100$$

Keterangan :

- FCR = Rasio Konversi Pakan
- F = Jumlah pakan selama masa pemeliharaan (g)
- Wo = Berat total ikan saat awal penebaran (g)
- Wt = Berat total ikan saat panen (g)
- D = Berat ikan yang mati (g)

#### Pertumbuhan Bobot Mutlak (g) Ikan Mas

Pertumbuhan bobot mutlak dapat dihitung menggunakan rumus yang digunakan pada penelitian Nazlia dan Zulfiadi (2018), yaitu sebagai berikut:

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan :

- Wm = Pertumbuhan Mutlak (g)
- Wt = Bobot rata - rata akhir ikan (g)
- Wo = Bobot rata - rata awal ikan (g)

#### Pertumbuhan Panjang Mutlak (cm) Ikan Mas Dan Tanaman Pakcoy

Pertumbuhan panjang mutlak dapat dihitung menggunakan rumus yang digunakan pada penelitian Ridwantara *et al.* (2019), yaitu sebagai berikut:

$$Pm = Lt - Lo$$

Keterangan :

- Pm = Panjang Mutlak (cm)
- Lt = Panjang rata - rata akhir ikan (cm)
- Lo = Panjang rata - rata awal ikan (cm)

#### Jumlah Daun (helai) Tanaman Pakcoy

Pengukuran jumlah daun dapat dihitung menggunakan metode yang digunakan pada penelitian Rahmadani *et al.* (2020), yaitu dapat menghitung pada daun yang sudah membuka penuh sebagai sampel.

### Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian meliputi pH, kadar oksigen terlarut (DO), suhu, amonia, nitrit, dan nitrat. Pengukuran kualitas air pH, DO, dan suhu dilakukan pada pagi dan sore hari selama penelitian. Pengukuran amonia, nitrit, dan nitrat dilakukan pada awal, pertengahan, dan akhir penelitian.

### Analisis Data

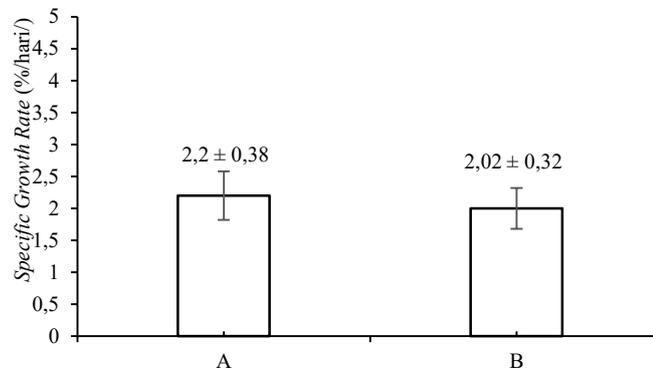
Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah SGR, pertumbuhan ikan mas dan pertumbuhan tanaman pakcoy menggunakan uji beda nilai tengah (uji-t). Suatu uji statistik dikatakan ada perbedaan jika nilai p kurang dari Alpha yaitu 0,05 (nilai signifikan < 0,05). Dalam konteks perbedaan rata-rata (mean) antara dua kelompok data independen digunakan uji beda 2 mean (*Independent Samples t Test*), yang menggunakan uji t. Data kualitas air, SR, dan FCR dianalisis secara deskriptif, data dicantumkan dalam histogram dan lampiran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Ikan Mas

Hasil rerata laju pertumbuhan spesifik ikan mas pada kolam akuaponik dengan media arang sekam dan kolam akuaponik dengan media sabut kelapa tersaji pada Gambar 1.

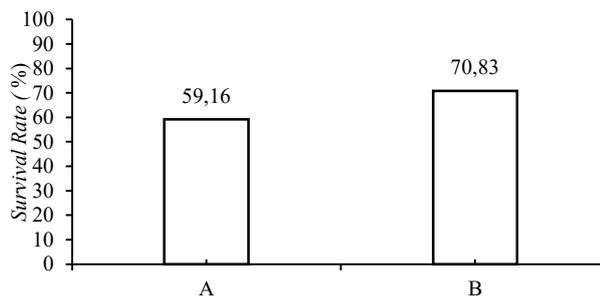


Gambar 1. Nilai Rerata laju pertumbuhan spesifik (SGR) Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) selama penelitian

Keterangan : A : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam arang sekam  
B : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam sabut kelapa

#### Survival Rate (SR) Ikan Mas

Hasil kelulushidupan ikan mas pada kolam akuaponik dengan media tanam arang sekam dan media tanam sabut kelapa tersaji pada Gambar 2.

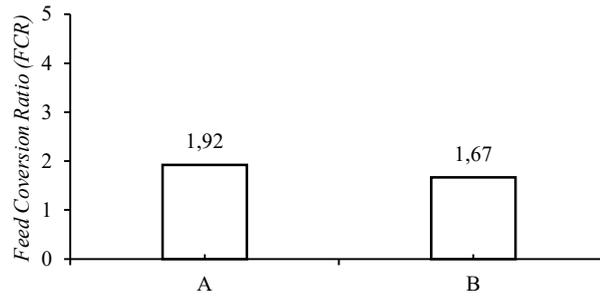


Gambar 2. Nilai Rerata Survival Rate (SR) Ikan Mas (*C. carpio*) selama penelitian.

Keterangan : A : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam arang sekam  
B : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam sabut kelapa

#### Feed Conversion Ratio (FCR) Ikan Mas

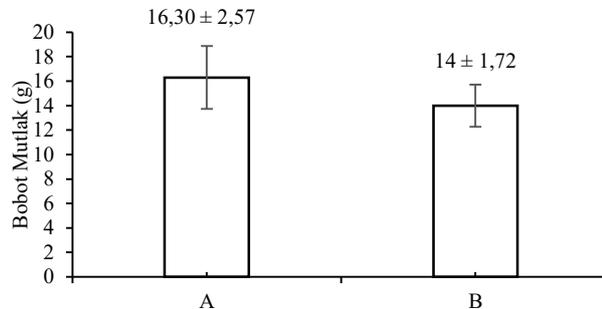
Hasil rerata rasio konversi pakan (FCR) ikan mas pada kolam akuaponik dengan media tanam arang sekam dan media tanam sabut kelapa tersaji pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Nilai Rerata *Feed Conversion Ratio* (FCR) Ikan Mas (*C. carpio*) selama penelitian  
Keterangan : A : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam arang sekam  
B : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam sabut kelapa

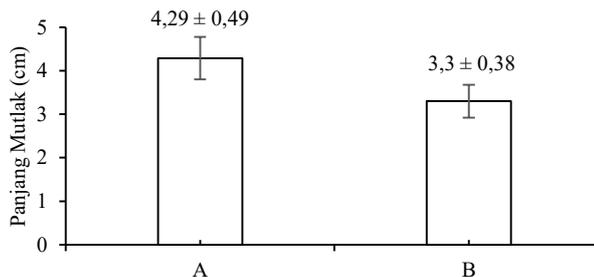
### Pertumbuhan Ikan Mas

Hasil rerata bobot mutlak ikan mas pada kolam akuaponik dengan media arang sekam dan kolam akuaponik dengan media sabut kelapa tersaji pada Gambar 4



**Gambar 3.** Nilai Rerata Bobot Mutlak Ikan Mas (*C. carpio*) selama penelitian.  
Keterangan : A : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam arang sekam  
B : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam sabut kelapa

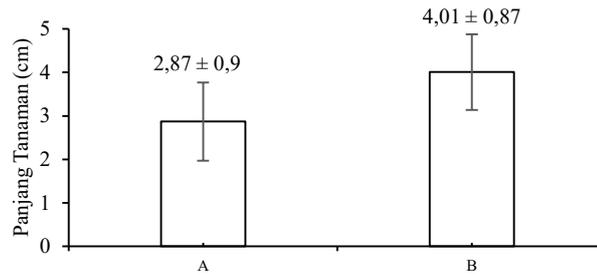
Hasil rerata panjang mutlak ikan mas pada kolam akuaponik dengan media tanam arang sekam dan media tanam sabut kelapa tersaji pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Nilai Rerata Panjang Mutlak Ikan Mas (*C. carpio*) selama penelitian.  
Keterangan : A : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam arang sekam  
B : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam sabut kelapa

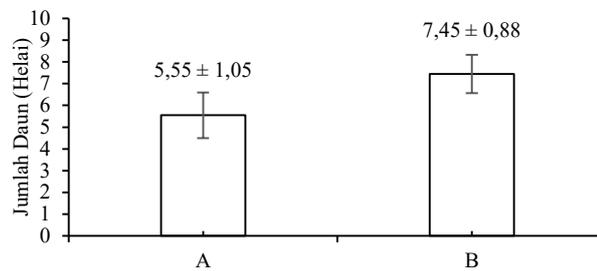
### Pertumbuhan Tanaman Pakcoy

Hasil rerata panjang mutlak tanaman pakcoy pada kolam akuaponik dengan media tanam arang sekam dan kolam akuaponik dengan media tanam sabut kelapa tersaji pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Nilai Rerata Panjang Mutlak Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) selama penelitian  
Keterangan : A : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam arang sekam  
B : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam sabut kelapa

Hasil rerata panjang mutlak ikan mas pada kolam akuaponik dengan media tanam arang sekam dan kolam akuaponik dengan media tanam sabut kelapa tersaji pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Nilai Rerata Jumlah Daun Tanaman Pakcoy (*B. rapa* L.) selama penelitian.  
Keterangan : A : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam arang sekam  
B : Sistem akuaponik skala komersial dengan media tanam sabut kelapa

### Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air media pemeliharaan ikan mas (*C. carpio*) tersaji pada Tabel 1

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Budidaya ikan mas (*C. carpio*) Selama Penelitian

Parameter kualitas air		Arang Sekam	Sabut Kelapa	Nilai Optimal
Amonia (mg/L)	Inlet	0,020-2,353	0,036-0,843	<0,02 <sup>a</sup>
	Outlet	0,013-1,849	0,025-0,574	
Nitrit (mg/L)	Inlet	0,01-0,13	0,009-0,12	0,06 <sup>b</sup>
	Outlet	0,01-0,11	0,008-0,1	
Nitrat (mg/L)	Inlet	0,1-0,6	0,1-0,5	<10 <sup>b</sup>
	Outlet	0,1-0,5	0,1-0,4	
Dissolved Oxygen (DO) (mg/L)	Pagi	6,3-7,5	6,5-7,5	>5 <sup>a</sup>
	Sore	6,1-7,2	6,2-7,3	
pH	Pagi	5,9-7,8	6,2-8,5	6,5-8,5 <sup>a</sup>
	Sore	5,8-7,7	5,7-8,3	
Suhu (°C)	Pagi	22,1-24,4	22-24,6	25-30 <sup>a</sup>
	Sore	22,5-25,5	22,5-25,6	

**Keterangan:**

- SNI 01-6133-1999
- PP nomor 22 tahun 2021 lampiran VI

### Pembahasan

#### Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Ikan Mas

Berdasarkan hasil penelitian pada Gambar 1 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan pada penggunaan media tanam arang sekam adalah 2,20%/hari, hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan media tanam sabut kelapa yaitu 2%/hari. Laju pertumbuhan ikan mas yang dihasilkan masih relatif rendah dari hasil penelitian Samara *et al.* (2022), laju pertumbuhan ikan mas yaitu berkisar 3,24 - 4,08 %/hari. Pada hasil penelitian ini laju pertumbuhan media tanam arang sekam memiliki hasil yang lebih unggul 0,20%/hari dibanding media tanam sabut kelapa, karena arang sekam memiliki sifat porous dan memiliki kandungan karbon (C) yang tinggi sehingga penyerapan unsur hara terjaga dalam sistem akuaponik (Priono dan Aziz, 2013; Ridwan *et al.*, 2021).

Hasil laju pertumbuhan ikan menunjukkan perbedaan media tanam tidak berbeda nyata (*Sig. 2-tailed* > 0,05) terhadap laju pertumbuhan, hal ini diduga bahwa media tidak memberikan kontribusi nutrisi terhadap pakan yang di konsumsi oleh ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Effendi (2002); Haris *et al.* (2020), pertumbuhan terjadi apabila ada kelebihan input energi dan asam amino (protein) berasal dari makanan, selanjutnya makanan akan digunakan oleh tubuh untuk metabolisme dasar, pergerakan, produksi organ seksual, perawatan bagian - bagian tubuh atau menggantikan sel-sel yang sudah tidak terpakai. Laju pertumbuhan ikan mas yang dihasilkan masih relatif rendah berdasarkan penelitian Samara *et al.* (2022), laju pertumbuhan ikan mas berkisar 3,24 - 4,08 %/hari.

#### **Survival Rate (SR) Ikan Mas**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelulushidupan apada perlakuan penggunaan media tanam sabut kelapa adalah 70,83%, nilai ini lebih tinggi dibandingkan media tanam arang sekam yaitu 59,17%. Tingginya hasil kelulushidupan ikan mas pada media tanam sabut kelapa diduga karena sabut kelapa mempengaruhi kualitas air dengan sifat filternya. Hal ini diperkuat oleh Miska dan Inti (2020), yang menyatakan media tanam sabut kelapa memiliki kerapatan serat yang tinggi, sehingga media ini mampu menahan kandungan organik yang besar. Penggunaan media tanam dapat menjadikan kualitas air pada media pemeliharaan tetap terjaga dengan baik terutama menurunkan kadar amoniak sehingga ikan tidak mengalami stress serta dapat meminimalisir tingkat kematian pada ikan (Jannah *et al.*, 2021).

Kematian ikan dapat terjadi apabila kualitas air mengalami fluktuasi, hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1, terjadinya range yang cukup lebar selama proses budidaya, hal ini diduga terjadi fluktuasi amonia di kolam budidaya. Hal tersebut diduga amonia di kolam tidak terdegradasi dengan baik menyebabkan kematian pada sejumlah ikan. Menurut Alam *et al.* (2020), kematian ikan terjadi karena tidak seimbangny senyawa nitrogen seperti amonia, nitrit dan nitrat pada pemeliharaan sehingga menyebabkan kematian. Hasil kelangsungan hidup yang dihasilkan pada penelitian ini tergolong baik berdasarkan kriteria dari Jannah *et al.* (2021) yaitu kelulushidupan diatas 50%.

#### **Feed Conversion Ratio (FCR) Ikan Mas**

Hasil penelitian menunjukkan FCR media tanam sabut kelapa (B) 1,67 lebih rendah dibandingkan FCR media tanam arang sekam (A) 1,92. Tingginya nilai FCR pada penelitian diduga karena kurang efektifnya pemberian pakan menyebabkan sisa pakan yang berada di perairan terurai. Menurut hasil penelitian Azhari dan Aprelia (2018), kualitas air yang baik dapat meningkatkan pertumbuhan melalui konversi pakan yang tinggi menjadi biomasa tubuh yang secara keseluruhan mempengaruhi kelangsungan hidup ikan yang dibudidayakan. Terdapat nutrien pada pakan yang diberikan sehingga dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhan sel dan energi untuk asimilasi (pertumbuhan otot ikan), energi bebas untuk metabolisme dan kehilangan panas (Lekang, 2007; Wongkiew *et al.*, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan nilai FCR pada sistem akuaponik skala komersial sangat tinggi, berdasarkan penelitian Samara *et al.* (2022), nilai FCR ikan mas pada sistem RAS dengan tanaman pakcoy adalah 1,17. Menurut Fujaya (2004); Jannah *et al.* (2021), Semakin kecil rasio konversi pakan maka semakin cocok makanan tersebut untuk menunjang pertumbuhan ikan peliharaan, sebaliknya semakin besar rasio konversi pakan menunjukkan pakan yang diberikan tidak efektif untuk menunjang pertumbuhan ikan. Nilai konversi pakan rendah menunjukkan pakan tersebut efisien untuk pertumbuhan ikan, semakin tinggi nilai konversi pakan menunjukkan bahwa pakan yang diberikan tidak efektif dalam pertumbuhan (Mustofa *et al.*, 2018).

#### **Pertumbuhan Ikan Mas**

Hasil dari nilai pertumbuhan bobot mutlak pada perlakuan media tanam arang sekam adalah 16,30 gram, hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan pada media tanam sabut kelapa yaitu 14 gram. Nilai bobot mutlak pada perlakuan media tanam arang sekam tinggi dikarenakan kandungan karbon yang terdapat pada arang sekam dapat mengoptimalkan kualitas air. Hal ini di dukung oleh Effendi (2002); Firdaus (2018), yang menyatakan bahwa karbon merupakan konsentrasi bahan organik dalam perairan dan mikroba memanfaatkannya sebagai sumber bahan makanan dari suatu rangkaian reaksi biokimia yang kompleks pada proses dekomposisi bahan organik. Berdasarkan hasil *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa penggunaan media tanam arang sekam dan media tanam sabut kelapa berbeda (*Sig. 2-tailed* < 0,05) terhadap bobot mutlak ikan mas. Hal ini di duga filtrasi dari media tanam membuat kualitas air diperairan berbeda namun optimal dapat di lihat pada Tabel

4.6 sehingga ikan dapat bertumbuh dengan baik. Berdasarkan Cohen *et al.* (2018), pemeliharaan ikan dengan akuaponik dapat memompa amonia di kolam pemeliharaan ikan menuju ke media tanam akuaponik, di media tanam amonia akan dirombak oleh bakteri pengurai yang hasil akhirnya berupa nitrat dan dimanfaatkan oleh tanaman lalu air tersebut di lepas kembali ke wadah pemeliharaan ikan sehingga dapat menunjang pertumbuhan ikan yang dipelihara. Menurut penelitian Asni *et al.* (2020), bobot mutlak ikan mas pada sistem akuaponik adalah 6,87 gram, nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan bobot mutlak ikan mas pada sistem konvensional 5,73 gram.

Berdasarkan hasil *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa penggunaan media tanam arang sekam dan media tanam sabut kelapa berbeda (*Sig. 2-tailed* < 0,05) terhadap pertumbuhan panjang mutlak ikan mas. Pertumbuhan panjang mutlak pada perlakuan media tanam arang sekam adalah 4,29 cm, nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan panjang mutlak ikan mas pada media tanam sabut kelapa yaitu 3,30 cm. Hal ini diduga media tanam arang sekam mampu menjadi biofilter sehingga membuat kualitas air kolam optimal. Hal ini diperkuat oleh penelitian Firdaus *et al.* (2018), penambahan panjang tubuh ikan disebabkan adanya kelebihan energi dari pakan dan bahan organik yang terkandung dalam air media pemeliharaan masih diambang batas toleransi ikan sehingga tidak mengganggu pertumbuhannya. Menurut penelitian Samara *et al.* (2022), pertumbuhan panjang mutlak ikan yang baik pada sistem akuaponik adalah 4,10 cm.

### **Pertumbuhan Tanaman Pakcoy**

Hasil penelitian menunjukkan nilai panjang mutlak tanaman dengan menggunakan media tanam sabut kelapa (B) 4,01 cm, nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan media tanam arang sekam (A) 2,87 cm. Hal ini diduga karena sabut kelapa merupakan media tanam yang memiliki daya serap yang tinggi sehingga dapat mengikat nutrisi yang dibutuhkan untuk tanaman. Hal ini diperkuat oleh Irawan dan Kafiar (2015), yang menyatakan bahwa kadar air dan daya serap yang dimiliki oleh media sabut kelapa lebih tinggi dibandingkan media tanam arang sekam, sehingga ketersediaan unsur hara pada media tanam selalu terjaga menyebabkan pertumbuhan tinggi tanaman lebih maksimal. Hasil *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa penggunaan media tanam arang sekam dan media tanam sabut kelapa berbeda (*Sig. 2-tailed* < 0,05) terhadap panjang tanaman pakcoy. Media tanam sabut kelapa mempunyai kemampuan menyerap nitrogen dalam air sehingga dapat mendukung pertumbuhan tinggi tanaman sawi pakcoy. Nitrogen (N) berperan dalam pembentukan klorofil, dimana klorofil berfungsi sebagai pengabsorpsi cahaya matahari dan dapat meningkatkan laju fotosintesis, sehingga fotosintesis yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman (Gumelar *et al.*, 2017). Hasil pertumbuhan panjang pada Gambar 6. lebih kecil dibandingkan hasil penelitian Darmawan *et al.* (2023), yang menghasilkan rata-rata tinggi tanaman pakcoy terbaik adalah 23,94 cm dengan panjang mutlak 7,1 cm pada sistem akuaponik.

Hasil dari pertumbuhan jumlah daun dengan rerata jumlah daun tertinggi adalah media tanam sabut kelapa yaitu sebesar 7,35 lembar daun dibandingkan dengan media tanam arang sekam berkisar 5,5 lembar daun. Hasil yang didapatkan pada jumlah daun tertinggi masih optimal hal ini di duga sabut kelapa memiliki sifat yang dapat menyerap unsur hara. Hal ini didukung oleh penelitian Cahyadi dan Nurhayati (2021), media tanam sabut kelapa menyerap unsur hara berupa nitrogen (N) yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan daun tanaman. Berdasarkan hasil *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa penggunaan media tanam arang sekam dan media tanam sabut kelapa berbeda (*Sig. 2-tailed* < 0,05) terhadap jumlah daun tanaman pakcoy. Pertumbuhan jumlah daun tanaman sawi pakcoy tidak lepas dari adanya kandungan unsur hara pada media yang digunakan berdasarkan penelitian Sanjaya *et al.* (2022), Sabut kelapa memiliki kandungan yang bermanfaat bagi tanaman, yaitu natrium (Na), kalium (K), fosfor (P), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca) yang dapat mendukung pertumbuhan jumlah helai daun tanaman sawi pakcoy secara optimum. Menurut Dwilyana *et al.* (2024), jumlah daun tanaman pakcoy terbaik 7,94 helai pada sistem akuaponik.

### **Kualitas Air**

Selama penelitian pengukuran rata-rata kadar amonia pada media tanam sabut kelapa (0,025-0,84 mg/L), nilai amonia tersebut lebih rendah dibandingkan media tanam arang sekam (0,013-2,35 mg/L). Terjadi fluktuasi, hal ini di duga banyaknya feses dan sisa pakan yang belum terurai, namun nilai tersebut masih dalam batas optimal. Media sabut kelapa memiliki kemampuan menyerap nutrisi (amonium dan nitrat) untuk dimanfaatkan oleh tanaman sehingga air yang melewati biofilter media tersebut menjadi lebih bersih dan mendukung dalam pertumbuhan bobot ikan (Miska dan Arti, 2020). Menurut Jannah *et al.* (2021), arang sekam dapat mengadsorpsi bahan-bahan yang terlarut dalam air. Selanjutnya dijelaskan bahwa cara kerja arang sekam dengan memisahkan kandungan amoniak yaitu dengan menyerap zat racun yang ada dalam air. Hasil pengukuran amonia menunjukkan nilai yang tinggi pada media tanam arang sekam (0,013-2,35 mg/L), berdasarkan SNI 01-6133-1999 batas nilai amonia untuk ikan mas kurang <0,02 mg/L.

Hasil pengukuran rata-rata nilai nitrit pada media tanam sabut kelapa adalah 0,008-0,012 mg/L, nilai nitrit tersebut lebih rendah dibanding media tanam arang sekam yaitu 0,025-0,13 mg/L. Terjadi fluktuasi pada system ini, hal ini di duga bahan organik belum terurai. Hal ini diduga media tanam sabut kelapa dapat

menyerap nitrit yang dibutuhkan pada proses nitrifikasi. Menurut Wahyono (2016) serabut kelapa mampu mencegah kehilangan nitrogen pada media tanam. Nitrit merupakan senyawa nitrogen anorganik yang terbentuk oleh adanya oksidasi amonia oleh bakteri *nitrosomonas* dan dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen terlarut serta suhu air (Atmajaya *et al.*, 2017). Hasil tertinggi nilai nitrit dihasilkan oleh media tanam arang sekam (0,008-0,012 mg/L), namun nilai tersebut masih optimal. Menurut PP nomor 22 tahun 202, nilai nitrit optimal pada pemeliharaan ikan yaitu 0,06 mg/L.

Hasil rata-rata pengukuran nilai nitrat pada media tanam sabut kelapa adalah 0,1-0,5 mg/L, nilai nitrat tersebut lebih rendah dibanding media tanam arang sekam yaitu 0,1-0,6 mg/L. Terjadi fluktuasi pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13, hal ini di duga kurangnya penyerapan nitrat oleh tumbuhan. Hal ini diduga penyerapan unsur N pada media sabut kelapa oleh tanaman lebih optimal dalam membantu perkembangan tanaman dengan bantuan bakteri penguari N, hal ini di dukung oleh Miska dan Arti (2020), kelebihan media tanam serabut kelapa salah satunya memiliki karakteristik yang mampu mengikat air dengan kuat, mengandung unsur hara esensial, seperti kalsium (Ca), Magnesium (Mg), kalium (K), nitrogen (N), dan fosfor (P), selain itu serabut kelapa memiliki kapasitas tukar kation dan porositas total yang tinggi sehingga mampu menyerap dan menahan nutrisi. Somerville *et al.* (2014) yang menyebutkan bahwa bakteri pengurai Nitrogen hidup pada lokasi dengan banyak mineral Kalsium dan silikat. Hasil pengukuran nitrat tertinggi dihasilkan oleh media tanam arang sekam (0,1-0,6 mg/L). Kandungan nitrat yang di dapatkan selama penelitian masih dalam kisaran yang baik untuk budidaya, hal ini berdasarkan PP nomor 22 tahun 2021 lampiran VI, bahwa nilai nitrat optimal untuk ikan adalah <10 mg/L. Konversi ammonia menjadi nitrat juga dipengaruhi oleh kelarutan oksigen, dimana konversi ammonia menjadi nitrat berlangsung optimum pada kondisi oksigen terlarut yang stabil (Somerville 2014).

Hasil pengukuran oksigen terlarut pada saat pemeliharaan pada media tanam arang sekam 6,1-7,5 mg/L dan pada media tanam sabut kelapa 6,2-7,5 mg/L. Hasil pada penelitian stabil dan optimal disebabkan oleh aktivitas akuaponik dimana terjadi pergantian oksigen melalui sistem resirkulasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Darwis *et al.* (2019), oksigen terlarut pada saat pemeliharaan tergolong stabil disebabkan oleh aktivitas pompa air dengan sistem resirkulasi sehingga kebutuhan oksigen terlarut tetap terjaga. Konsentrasi oksigen terlarut yang tinggi yaitu pada perlakuan media tanam sabut kelapa membuat pertumbuhan tanaman menjadi baik. Hal ini di dukung oleh pernyataan Jannah *et al.* (2021), substrat yang digunakan menyebabkan tanaman tumbuh dengan baik sehingga mengurangi penggunaan oksigen yang berlebihan untuk kegiatan nitrifikasi maupun kegiatan dekomposisi lainnya serta memudahkan penyerapan nitrogen anorganik. Hasil pengukuran kadar oksigen terlarut pada tabel 4.6 tergolong stabil untuk budidaya ikan mas. Menurut SNI 01-6133-1999 oksigen terlarut di perairan atau di kolam yang baik untuk pertumbuhan ikan mas yaitu >5 mg/L. Menurut Farida *et al.* (2017), Sumber utama oksigen pada perairan berasal dari proses difusi udara bebas dan hasil fotosintesis organisme di perairan, sehingga keperluan oksigen terlarut pada tanaman diperlukan untuk proses respirasi serta energi yang berguna untuk penyerapan air dan unsur hara lainnya.

Nilai pH yang diperoleh selama penelitian pada media tanam arang sekam 5,9-7,7 dan pada media tanam sabut kelapa 6,2-8,5. Nilai pH pada kisaran tersebut tergolong optimal, hal ini sesuai dengan pendapat SNI 01-6133-1999 nilai pH yang baik untuk budidaya ikan mas berkisar 6,5-8,5. Nilai pH pada sabut kelapa relative tinggi, hal ini dikarenakan sabut kelapa merupakan media yang baik untuk mendukung pertumbuhan tanaman, hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa tanaman dan substrat memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap ammonia bebas dalam air sehingga menyebabkan nilai pH menjadi satabil. Menurut Alam *et al.* (2020), sabut kelapa memiliki kandungan nutrisi yang relatif kaya dan dapat mempengaruhi pH media tanam, sehingga memberikan kondisi pertumbuhan optimal untuk tanaman dan bakteri nitrifikasi berhasil dicapai di area pertumbuhan tanaman. Nilai pH pada penelitian menunjukkan perubahan namun tergolong optimal dikarenakan kedua media tanam mampu menjaga nilai pH sehingga tidak adanya kematian massal. Perubahan pH pada suatu perairan dapat mempengaruhi pertumbuhan dari setiap organisme di dalamnya serta aktivitas biologis lainnya (Jannah *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil pengukuran secara insitu diperoleh suhu pada media tanam arang sekam 22,1-25,5°C, sedangkan pada media tanam sabut kelapa 22-25,6°C. Kisaran suhu tersebut tergolong cukup rendah berdasarkan SNI 01-6133-1999 suhu untuk budidaya ikan mas 25-30°C, namun ikan mas telah beradaptasi dengan baik selama pemeliharaan. Fluktuasi suhu dapat menurunkan konsentrasi oksigen terlarut dan pada batas tertentu tidak dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk proses metabolisme serta respirasi, selain itu dapat meningkatkan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Firdaus *et al.*, 2018). Faktor yang mempengaruhi perubahan suhu pada penelitian diantaranya kondisi cuaca yang tidak dapat diperkirakan selama penelitian. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan suhu di perairan antara lain keberadaan naungan (misalnya pohon atau tanaman air), air buangan (limbah) yang masuk ke badan air, radiasi matahari, suhu udara, cuaca, dan iklim (Muarif, 2016).

## Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan media tanam arang sekam berbeda nyata dengan media tanam sabut kelapa terhadap performa pertumbuhan (panjang serta berat) ikan mas dan pertumbuhan (panjang serta jumlah daun) tanaman pakcoy, sedangkan SGR untuk ikan mas tidak berbeda.
2. Media arang sekam memberikan hasil yang efektif pada nilai pertumbuhan ikan mas (bobot mutlak 16,305 g dan panjang mutlak 4,29 cm). Media tanam sabut kelapa memberikan pertumbuhan tanaman terbaik (panjang mutlak 4 cm dan jumlah daun 7,45 lembar daun). Nilai SR ikan mas tertinggi (70,83%) ditunjukkan pada media tanam sabut kelapa demikian juga dengan FCR (1,67). Penggunaan media tanam sabut kelapa dan media tanam arang sekam memberikan nilai yang baik pada semua parameter kualitas air.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. N. H. Z., Zainal, A., Othman, N. S. I. A., Samsudin, S. A., dan Kamaruddin, M. J. 2020. Carbonized Rice Husk and Cocopeat as Alternative Media Bed for Aquaponic System. *Sains Malaysiana*, 49(3), 483-492.
- Andrila, R., Karina, S., dan Arisa, I. I. 2019. Pengaruh Pemuaasaan Ikan Terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pakan dan Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*, 4(3).
- Asni, Rahim, dan Marwayanti. 2020. *Aquaponic systems could increase the growth and survival of common carp (Cyprinus carpio)*. *Jurnal Veteriner Maret*, 21(1), 136-142.
- Atamajaya, F., Mulyadi, Sukendi. 2017. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius Hypophthalmus*) Pada Sistem Akuaponik. *Berkala Perikanan Terubuk*. 45(2): 72-84.
- Azhari, D., dan Tomaso, A. M. 2018. Kajian kualitas air dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dengan sistem akuaponik. *Akuatika Indonesia*, 3(2), 84-90.
- Cahyadi, I. N. D., dan Nurhayati, N. 2021. Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Terhadap Penambahan Arang Sekam Pada Media Serbuk Sabut Kelapa (*Cocopeat*) Secara Hidroponik. *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian (e-journal)*, 9(6), 1374-1382.
- Cohen, A., S. Malone, Z. Morris, M. Weissburg, B. Bras. 2018. Combined Fish and Lettuce Cultivation: An Aquaponics Life Cycle Assessment. *Procedia CIRP*, (69): 551- 556.
- Darmawan, M., Mutia, A. K., dan Arifin, T. H. 2023. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa*) dengan Sistem Hidroponik dalam Ember Pemeliharaan Ikan Lele (*Clarias*). *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 11(2), 133-141.
- Darwis, D., Mudeng, J. D., dan Londong, S. N. 2019. Budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) sistem akuaponik dengan padat penebaran berbeda. *E-Journal Budidaya Perairan*, 7(2).
- Dwilyana, L., Hidayat, R., dan Nugrahani, P. 2024. Pengaruh Media Tanam dan Konsentrasi POC Terhadap Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea L.*). *Jurnal Pertanian Agros*, 26(1), 4393-4404.
- Effendi, I. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantera, Yogyakarta.
- Effendi, H. Bagus amarullah, U.B. Darmawangsa, G.M. Karo karo, R.E. 2016. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) Dengan Kangkung dan Pakcoy dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal. Ecolab*. 9 (2): 47- 104.
- Firdaus, M. R., Z. Hasan, I. Gumilar dan U. Subhan. 2018. Efektivitas Berbagai Media Tanam Untuk Mengurangi Karbon Organik Total Pada Sistem Akuaponik Dengan Tanaman Selada. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 9(1) : (35-48).
- Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., dan Burnell, G. M. 2019. *Aquaponics Food Production Systems - Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future*. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG.
- Gumelar, W. R., Nurruhwati, I. Sunarto dan Zahidah. 2017. Pengaruh Penggunaan Tiga Varietas Tanaman pada Sistem Akuaponik terhadap Konsentrasi Total Amonia Media Pemeliharaan Ikan Koi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 8 (2): 36-42.
- Haris, R. B. K., Kelana, P. P., Basri, M., Nugraha, J. P., dan Arumwati, A. 2020. Perbedaan Ketinggian Air Terhadap Tingkat Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Maskoki (*Carassius auratus*). *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(2), 113-124.
- Irawan, A., dan Kafiari, Y. 2015 . Pemanfaatan cocopeat dan arang sekam padi sebagai media tanam bibit cempaka wasian (*Elmerrilia ovalis*). In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* (Vol. 1, No. 4, pp. 805-808). Masyarakat Biodiversitas Indonesia.
- Jannah, M., Zulpikar, dan Muliani. 2021. Aplikasi Teknologi Akuaponik Dengan Kombinasi Subtrat yang Berbeda Terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(3): 138-145.
- Lekang, Odd-Ivar. 2007. *Aquaculture Engineering*. Black Publishing: United Kingdom.

- Mattei, M. R., Frunzo, L., D'acunto, B., Pechaud, Y., Pirozzi, F., & Esposito, G. 2018. Continuum and discrete approach in modeling biofilm development and structure: a review. *Journal of mathematical biology*, 76, 945-1003.
- Miska, M. E. E., dan Arti, I. M. 2020. Respon Pertumbuhan Selada (*Lactuca Sativa L.*) dengan Berbagai Media Tanam pada Sistem Budidaya Akuaponik. *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 4(1), 39-53.
- Muarif, M. 2016. Karakteristik suhu perairan di kolam budidaya perikanan. *Jurnal Mina Sains*, 2(2), 96-101.
- Mustofa, A., Hastuti, S., dan Rachmawati, D. 2018. Pengaruh periode pemuasaan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 17(2).
- Nurjasmu, R. 2021. Potensi pengembangan pertanian perkotaan oleh lanjut usia untuk mendukung ketahanan pangan. *Jurnal Ilmiah Respati*, 12(1), 11-28.
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 mengatur tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Ridwan, R., Mulyana, H., dan Sugiarti, L. 2021. Pengaruh Populasi Ikan Lele Dan Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus Sp.*) Pada Sistem Akuaponik. *OrchidAgro*, 1(1), 27-35.
- Ridwantara, D., I. D. Buwono, A. A. Handaka, W. Lili, dan I. Bangkit. 2019. Uji Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Mas Mantap (*Cyprinus carpio*) Pada Rentang Suhu yang Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 10(1): 46-54.
- Samara, R. W., Iskandar, E. L., dan Grandiossa, R. 2022. Pengaruh Perbedaan Jenis Tanaman Air Pada Recirculating Aquaculture System (RAS) Terhadap Kinerja Produksi Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) (The Effect Of The Different Types Plants On The Recirculating Aquaculture System (RAS) On The Growth Performnace Of Carp Seed (*Cyprinus Carpio*)). *Jurnal Perikanan dan Kelautan p-ISSN*, 2089, 3469.
- Sanjaya, M. I., Suryani, & Syahr Banu, L. 2022. Respon Beberapa Varietas Pakcoy Terhadap Media Cocopeat Pada Sistem Wick. *Jurnal Ilmiah Respati*, 13(2), 189-198. e-ISSN: 2622-9471.
- Singgih, M., Prabawati, K., dan Abdulloh, D. 2019. Bercocok tanam mudah dengan sistem hidroponik NFT. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*, 3(1).
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., dan Lovatelli, A. 2014. Small-Scale Aquaponic Food Production Integrated Fish and Plan Farming. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- SNI 01-6133-1999 adalah standar nasional Indonesia yang mengatur tentang produksi benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) strain Majalaya. Badan Standarisasi Nasional.
- Utami, D. P., Sastro, Y., & Nurjasmu, R. 2015. Peran media tanam terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman kangkung, sawi, dan selada dalam sistem budidaya akuaponik. *Jurnal Ilmiah Respati*, 6(1).
- Wahyono, S. 2016. Ilmu dasar Komposting. BPPT Press.
- Wahyuni, T., Zamhari, A., Sahara, A. R., dan Dewi, M. C. 2022. Pengelolaan Sabut Kelapa Sebagai Media Tanam Hidroponik atau Cocopeat. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkarya*, 1(06), 204-211.
- Wongkiew, S., Z. Hu, K. Chandran, J.W. Lee, dan S.K. Khanal. 2017. Nitrogen Transformations in Aquaponic Systems: a Review. *Aquaculture Engineering*. 76: 9-19.