

Dynamics Of Amonia Concentration In Cultivation Catfish (*Clarias gariepinus*) Recirculation System

Winda Silvia¹. Nanda Diniarti¹. Alis Mukhlis¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram
Jalan Pendidikan Nomor 37, Kota Mataram, Provinsi NTB

Alamat korespondensi : nandadiniarti@unram.ac.id

Abstract

Catfish (*Clarias gariepinus*) is a freshwater fishery commodity that is quite popular among the public. The RAS system is equipped with various filters, namely physical filters in the form of sponges, chemical filters in the form of ginger coral and pumice, and is connected to aquaponics in the form of lettuce plants as biofilters. The purpose of this study was to describe the dynamics of ammonia concentrations in catfish (*Clarias gariepinus*) cultured recirculating systems using lettuce as a biofilter. This research was conducted descriptively with 3 treatments, namely pond 1 RAS system using lettuce biofilter with a stocking density of 1000 individuals, pond 2 RAS system with physical filters in the form of sponges, and chemical filters in the form of ginger coral and pumice with a stocking density of 1000 individuals, ponds with 3 systems RAS with a physics filter in the form of a sponge, and a chemical filter in the form of ginger coral and dense pumice were spread out 500 individuals. The results showed that the use of the RAS system using a lettuce biofilter was able to control the value of pond ammonia in the range of 0.052-0.241 mg/l, the value of ammonia after exiting the filter ranged from 0.020-0.138 mg/l, and was able to increase absolute weight growth by 55.12%, length 16.15%, SGR 6.02%, and survival rate 63%. Based on the results of this study, lettuce plants can be applied as biofilters in high density catfish farming.

Keywords : Sangkuriang catfish, recirculation system, lettuce plant.

PENDAHULUAN

Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) adalah salah satu komoditas perikanan yang cukup populer di kalangan masyarakat. Ikan ini berasal dari benua Afrika dan pertama kali masuk ke Indonesia pada tahun 1984. Ikan lele banyak di minati oleh masyarakat selain rasanya yang enak, juga memiliki kemampuan adaptasi lingkungan yang cukup baik, dan harga yang terjangkau (Ubadillah & Hersoelistyorini, 2010). Komposisi gizi ikan lele meliputi kandungan protein (17,7 %), lemak (4,8 %), mineral (1,2 %), dan air (76 %) (Astawan, 2008). Selain itu juga lebih dari 10% produksi budidaya ikan nasional berasal dari budidaya ikan lele, dengan 17-18% tingkat pertumbuhan setiap tahunnya. Dengan target 38% dari total produksi perikanan, budidaya ikan lele menjadi salah satu faktor utama dalam budidaya ikan nasional (Muhtadi & Indrayudha, 2013). Maka, untuk memenuhi permintaan akan konsumsi ikan lele dapat dilakukan dengan melakukan budidaya.

Budidaya adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk meningkatkan produksi perikanan guna memenuhi kebutuhan permintaan pasar (Hidayat *et al.*, 2019). Namun, keterbatasan lahan dan kualitas air yang buruk menyebabkan masyarakat kesulitan dalam melakukan

budidaya. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat mengatasi hal tersebut, salah satunya penggunaan *Recirculating Aquaculture System* (RAS).

Recirculating Aquaculture System (RAS) adalah suatu teknologi budidaya yang dilengkapi dengan filtrasi guna mendapatkan kualitas air tetap dalam kondisi optimal. Kelebihan sistem ini yakni penggunaan air lebih hemat, padat tebar tinggi, dan kemudahan dalam pemeliharaan (Setyono *et al.*, 2021). Pada sistem resirkulasi kandungan amonium dikonversi menjadi nitrit dan menjadi nitrat yang rendah racun melalui bantuan oksigendan bakteri sehingga air dapat digunakan kembali (Susanti *et al.*, 2021).

Pada teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS) terdapat berbagai filter berupa filter fisika yakni spons dan filter kimia berupa karang jahe dan batu apung yang berfungsi untuk menyerap partikel atau bahan organik pada

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama 60 hari, pada bulan Oktober 2022 – Desember 2022 yang bertempat di Dusun Bantek Desa Pringgabaya, Kecamatan Pringgabaya, Kabupaten Lombok Timur.

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif, yakni menjabarkan secara langsung semua kegiatan selama penelitian.

air budidaya serta sebagai rumah bakteri untuk tumbuh, sementara itu dalam teknologi sistem RAS ini dihubungkan dengan teknologi aquaponik berupa tanaman selada sebagai biofilter biologi. Menurut (Suryaningsih *et al.*, 2018) kandungan racun pada air dapat di reduksi oleh tanaman hingga mencapai 90% dari kadar yang ada (Suryaningsih *et al.*, 2018).

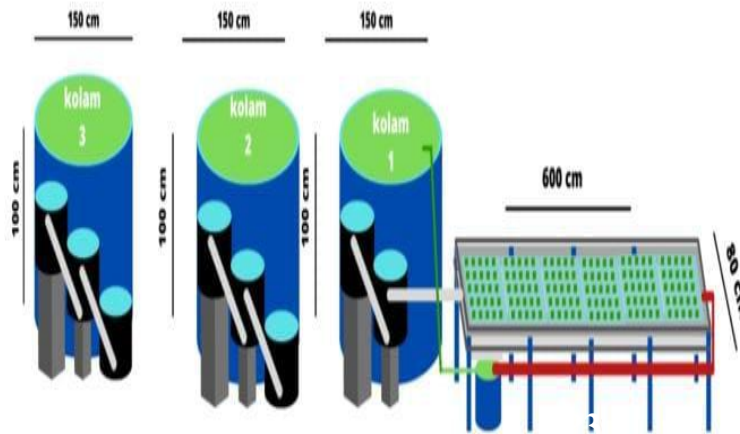
Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai dinamika konsentrasi amonia budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*) pada sistem

RAS. Adapun kendala yang ditemukan yakni dalam pengontrolan kualitas air dan tingkat stress ikan yang di pengaruhi oleh cuaca yang berubah – ubah. Penelitian ini mengangkat permasalahan dari studi kasus dalam kegiatan kewirausahaan budidaya yang dilakukan di Desa Pringgabaya, Lombok timur.

Pada penelitian ini menggunakan sistem RAS (*Resirculating system*) dengan filter yang berbeda.

Desain Konstruksi

Desain penelitian yang digunakan ialah menggunakan 3 kolam yang dimana pada setiap kolam memiliki padat tebar berbeda yaitu kolam 1; memiliki padat tebar 1.000 ekor, kolam 2; 1000 ekor, dan kolam 3; 500 ekor.



Gambar 1 Denah Rancangan Perlakuan

Persiapan Kolam dan Instalasi Filtrasi

Wadah yang digunakan untuk memelihara ikan lele (*clarias sp*) berupa kolam terpal bervolume 80 liter. Kolam terpal dibersihkan terlebih dahulu menggunakan sabun cuci dan dikeringkan sebelum digunakan selama 24 jam. Kolam terpal yang telah kering di tata sesuai dengan rancangan percobaan. Kemudian dilakukan pemasangan instalasi filtrasi. Filter yang digunakan pada kolam ditampung dalam bak plastik dengan volume 80 liter, terdapat 3 bagian yakni filter 1 merupakan filter fisika berupa spons 8 lapis, bak kedua merupakan filter kimia dan biologi berupa batu apung 4 waring dengan ukuran 30 cm, bak 2 karang

jahe 4 waring dan pada bak 3 terdapat pompa air.

Persiapan Media Air

Air yang digunakan merupakan air sumur yang ditampung terlebih dahulu kedalam kolam terpal dengan kapasitas 1,41 m³. Setelah air terisi semua kemudian air didiamkan dengan sistem resirkulasi di nyalakan selama 7 hari sebelum dilakukan penebaran.

Persiapan Tanaman

Tanaman yang digunakan berupa tanaman selada air yang di siapkan dengan cara menyemai tanaman tersebut pada rokwoll dan diletakkan di wadah berupa nampan. Kemudian tanaman pada nampan tersebut diletakkan ditempat teduh dan di didiamkan selama 7 hari hingga tumbuh dengan di siram menggunakan air. Tanaman yang sudah di semai atau tumbuh memiliki jumlah daun minimal 2

helai dan memiliki tinggi 3 – 4 cm yang selanjutnya di pisahkan kedalam *netpot* dan siap digunakan sesuai perlakuan dalam sistem RAS.

Persiapan Biota Uji

Biota uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lele (*Clarias* sp) sebanyak 3000 ekor, yang diperoleh dari Betta Fish. Ikan lele di masukkan ke dalam kolam terpal dengan padat tebar 1.000 ekor per kolam untuk kolam 1 dan 2, sedangkan kolam 3 ditebar 500 ekor per kolam.

Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan suatu proses proses penyesuaian diri pada biota terhadap lingkungan barunya. Pada proses aklimatisasi kantong benur dimasukkan kedalam media budidaya kemudian di diamkan selama 15 - 20 menit atau sampai terlihat embun pada kantong yang menandakan suhu pada kantong benur dan media budidaya sudah sesuai. Barulah dibuka kantong benur dan di biarkan ikan keluar.

Penebaran

Penebaran ikan dilakukan setelah dilakukan aklimatisasi. Penebaran dilakukan dengan cara membuka kantong benih dan membiarkan ikan keluar dari kantong. Adapun jumlah benih yang ditebar pada setiap kolam berbeda-beda yakni kolam 1 sebanyak 1000 ekor/m²,

kolam 2 sebanyak 1000 ekor/m², dan kolam 3 sebanyak 500 ekor/m².

Pemeliharaan Ikan Lele

Pemeliharaan ikan lele (*clarias* sp) dilakukan selama 60 hari. Mengacu pada penelitian (Pamungkasih *et al.*, 2015), selama pemeliharaan umumnya jumlah pakan yang dikonsumsi ikan lele berkisar antara 5 – 6% dari berat tubuhnya perhari. Adapun perhitungan pakan dilakukan berdasarkan kebutuhan lele setiap harinya menggunakan 3% berat tubuhnya tergantung umur dari ikan lele yang dipelihara. Waktu pemberian pakan yakni 07.00, 13.00 dan 19.00 WITA. Untuk mengetahui jumlah pakan, bobot maupun panjang ikan dilakukan dengan sampling yang dilakukan setiap 7 hari sekali.

Parameter Penelitian

Pengukuran Kualitas Air

Parameter utama dalam penelitian ini adalah pengecekan kualitas air meliputi; Derajat keasaman (pH), Oksigen terlarut (DO), Suhu dan Amonia air kolam budidaya.

1. Cek harian

Pengecekan harian dilakukan setiap hari yaitu pada pukul 07.00, 13.00 dan 16.00 dengan tujuan agar kualitas air pada kolam budidaya tetap dalam kondisi optimal. Adapun parameter yang di ukur

meliputi; suhu, derajat keasaman (pH), dan Oksigen terlarut (DO).

2. Pengecekan lengkap

Dalam pengecekan lengkap dilakukan hal yang sama dengan pengecekan harian, namun dalam pengecekan ini dilakukan juga pengecekan tingkat amonia kolam setiap 10 hari sekali. Pengambilan sampel air dilakukan pada pagi hari dengan mengambil sampel air pada sistem filtrasi dan air pada kolam budidaya yang kemudian di uji di Laboratorium menggunakan spektrometer. Sebelum uji spektro, dilakukan pencampuran bahan - bahan berupa larutan mangan sulfat 1 tetes, clorox 0,5% dan phenat 0,6% kedalam larutan sampel, kemudian barulah di uji spektrometer.

Dalam pengukuran kadar konsentrasi amonia dilakukan dengan pembuatan larutan induk amonia, larutan kerja amonia, blanko dan larutan standar. Hasil dari uji yang telah dilakukan kemudian dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Amonia} = 0,3 \times \frac{\text{Nilai Absorban Sampel}}{\text{Nilai Absorban Standar}}$$

Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan bobot spesifik dihitung menggunakan rumus menurut

(Mukhlis *et al.*, 2017) sebagai berikut :

$$\text{SGR} = \frac{((W_t / W_0)^{1/t} - 1) \times 100\%}{100\%}$$

Keterangan :

SGR = Laju pertumbuhan spesifik (% hari)

W_t = Berat rata - rata hewan uji pada akhir penelitian (gr)

W₀ = Berat rata - rata hewan uji pada awal penelitian (gr)

t = Lama periode pengamatan (hari)

Pertumbuhan Mutlak Bobot Tubuh (WM)

Pertumbuhan mutlak bobot tubuh pada ikan dapat diketahui berdasarkan perhitungan biomassa ikan diakhir penelitian yang dihitung menggunakan rumus Batubara *et al.* (2016) sebagai berikut :

$$W_m = W_t - W_0$$

Keterangan :

W_m = Pertambahan Berat Mutlak

W_t = Berat Akhir

W₀ = Berat Awal

Pertumbuhan Mutlak Panjang Tubuh

Pertumbuhan mutlak panjang tubuh pada ikan dapat diketahui berdasarkan pengukuran panjang ikan diakhir penelitian yang dihitung menggunakan

rumus (Sinaga *et al.*, 2021) sebagai berikut :

$$L_m = L_t - L_0$$

Keterangan :

L_m = Panjang mutlak ikan (cm)

L_t = Panjang ikan akhir pemeliharaan (cm)

L_0 = Panjang ikan awal pemeliharaan (cm)

Tingkat Kelangsungan hidup/ *Survival rate*

Tingkat kelangsungan hidup (survival rate) diartikan sebagai jumlah biota yang hidup dibagi dengan jumlah biota yang ditebar selama proses penelitian berlangsung (Suryaningsih *et al.*, 2018). Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$SR = (N_t / N_0) \times 100\%$$

Keterangan :

SR = Kelangsungan hidup

N_t = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (gr)

N_0 = Jumlah ikan pada awal pada awal pemeliharaan (ekor)

Analisis data

Metode pengumpulan data yang dilakukan menggunakan metode deskriptif

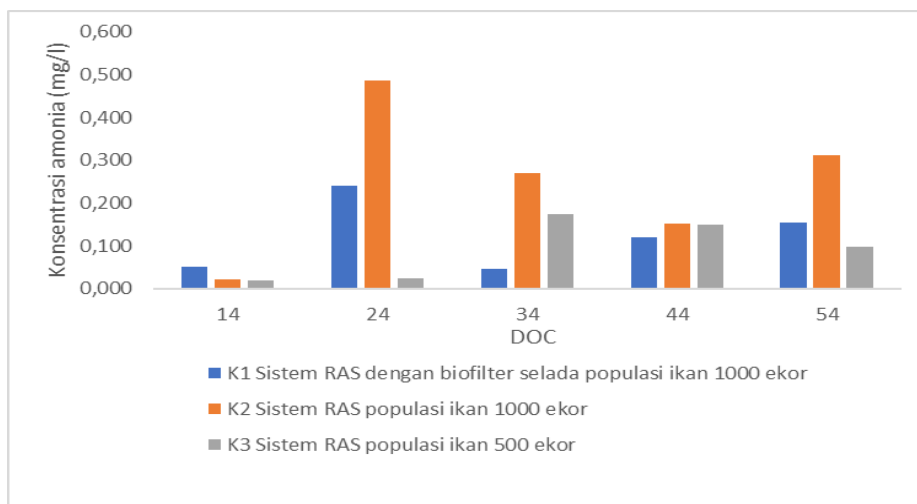
dengan menyajikan semua data yang telah didapatkan dengan gambar, tabel, dan penjelasan dari data tersebut. Kemudian diperkuat atau didukung dengan studi literatur. Selanjutnya, data yang didapatkan dari hasil pengamatan, dianalisis secara statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan

Konsentrasi Amonia Pada Kolam Budidaya

Hasil analisis nilai amonia (NH_3) pada media pemeliharaan ikan lele setelah 60 hari pemeliharaan yang di ukur setiap 10 hari sekali di Laboratorium Kesehatan Ikan, Universitas Mataram, memperlihatkan bahwa kadar amonia tertinggi didapat hari ke-24 yakni pada kolam K2, dengan kadar amonia sebesar 0,487 mg/l yang kemudian diikuti dengan kolam K1 dengan kadar amonia yakni dibawah 0,241 mg/l. Tingginya kadar amonia yang didapatkan pada kolam K1 dan K2 diduga karena sistem filtrasi yang belum bekerja maksimal (Gambar 2).

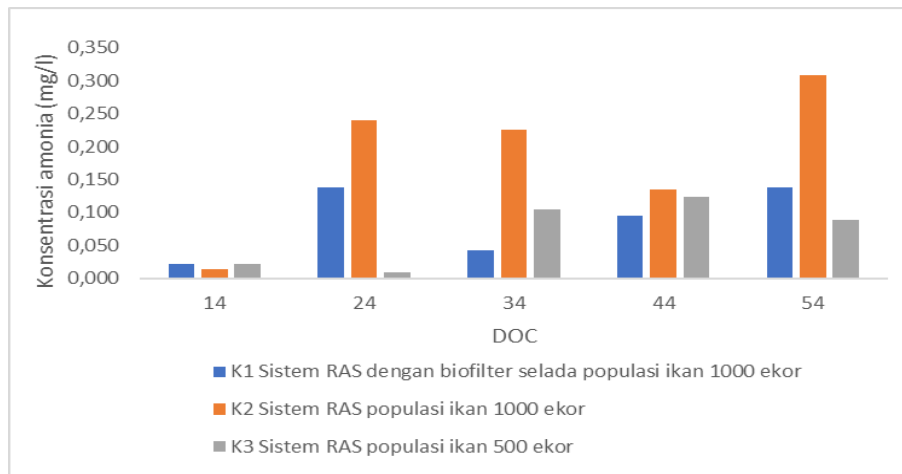


Gambar 2. Nilai konsentrasi amoni kolam

Kandungan amonia pada bak penampungan air yang sudah difilter yakni kolam 1, K2 dan K3 terus mengalami peningkatan sejalan dengan lamanya waktu pemeliharaan. Terlihat bahwa pada hari ke-14 kadar amonia pada masing-masing filter berada dibawah 0,1 ppm dan terus mengalami peningkatan hingga hari ke-54. Pada hari ke-24 terlihat bahwa kandungan amonia pada filter kolam K1 dan K2 berkisar antara 0,138 – 0,240 mg/l hal ini dikarenakan bakteri pada sistem filtrasi belum terbentuk sempurna. Selanjutnya, nilai amonia pada kolam K1 mengalami peningkatan dihari ke-54 dengan kadar amonia yakni 0,309 ppm. Kandungan amonia filter tertinggi selama

penelitian terdapat pada kolam K2, dapat dilihat pada (gambar 4.2).

Konsentrasi amonia pada kolam dan bak penampungan setelah difiltrasi mengalami keseimbangan dengan kadar amonia sebelum masuk ke kolam lebih rendah dibandingkan kadar amonia air kolam. Akan tetapi, pada hari ke 54 konsentrasi amonia filter yang didapat cukup tinggi hal ini diduga karena sistem filtrasi yang jarang dibersihkan dan diikuti dengan peningkatan pertumbuhan ikan, sebagaimana dijelaskan oleh (Jacinda *et al.*, 2021) bahwa dalam penggunaan sistem filtrasi perlu dicuci setiap periode waktu tertentu, misalnya 2 minggu sekali.



Gambar 3. Nilai konsentrasi amonia sesudah keluar filter

.Parameter suhu, pH, dan DO

Hasil pengukuran kualitas air meliputi suhu, pH dan DO selama 60 hari pemeliharaan dengan sistem resirkulasi

menunjukkan kisaran yang optimal dan baik untuk budidaya dengan kisaran suhu 25,0 – 27,9°C; pH 6,7 -7,9; dan DO 3,0 – 7,3

mg/l. Hal ini diperkuat oleh pendapat (Wibowo *et al.*, 2020) yang menyatakan bahwa suhu yang optimal untuk budidaya berkisar antara 25-30, pH 6,5 -8 dan DO

yang optimal berkisar minimal 3 mg/L (Tabel 4).

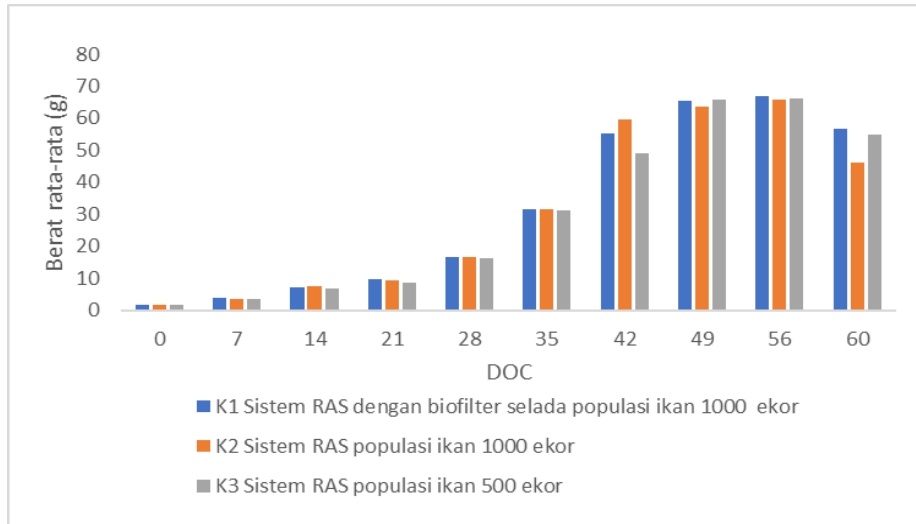
Tabel 1. Nilai suhu,pH, dan DO

Parameter	Perlakuan	Pagi	Siang	Sore	Kisaran
Suhu	P1	25,7 – 27,0	27,0 – 27,9	25,0 – 26,5	25,0 – 27,9
	P2	25,9 – 27,7	27,9 – 28,0	25,9 – 26,0	25,9 – 27,9
	P3	25,0 – 26,9	26,9 – 27,6	25,0 – 25,3	25,0 – 27,6
pH	P1	6,8 – 7,4	6,9 – 7,3	7,0 – 7,9	6,8 – 7,9
	P2	6,9 – 7,3	6,7 – 6,9	7,0 – 7,9	6,7 – 7,9
	P3	7,0 – 7,9	7,2 – 7,11	6,9 – 7,9	6,9 – 7,9
DO	P1	3,0 – 6,9	3,0 – 5,9	3,0 – 5,2	3,0 – 5,9
	P2	3,0 – 7,0	3,3 – 5,2	3,0 – 5,2	3,3 – 7,0
	P3	3,0 – 7,3	4,0 – 5,9	4,0 – 5,3	3,0 – 7,3

Hasil Pengamatan Bobot Tubuh

Hasil sampling bobot tubuh ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang dilakukan dari awal hingga akhir pemeliharaan (60 hari) pada masing-masing kolam dengan sistem filtrasi yang berbeda menunjukkan bahwa nilai rata-rata bobot tubuh ikan pada minggu ke-7 relatif sama di semua kolam dengan nilai rata-rata sekitar 3,4 – 3,8 g/ekor. Namun pada hari ke-14 hingga hari ke-35 nilai bobot nilai tubuh ikan sudah mulai menunjukkan adanya perbedaan. Nilai rata-rata bobot tubuh ikan pada menyebabkan pertumbuhan ikan

kolam K1 dan K2 cenderung terlihat sama. Namun pada kolam K3, bobot tubuh ikan cenderung terlihat sedikit lebih rendah, pada hari ke-49 hingga hari ke-60, nilai bobot tubuh ikan rata-rata pada kolam K1 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kolam K2 dan K3 (Gambar 4.3). Hal ini diperkuat oleh (Tasyah *et al.*, 2020) bahwa tingginya tingkat ketidakseragaman ukuran ikan lele mengakibatkan terjadinya kanibalisme serta kompetisi terhadap pakan yang mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan.



Gambar 4. Hasil sampling

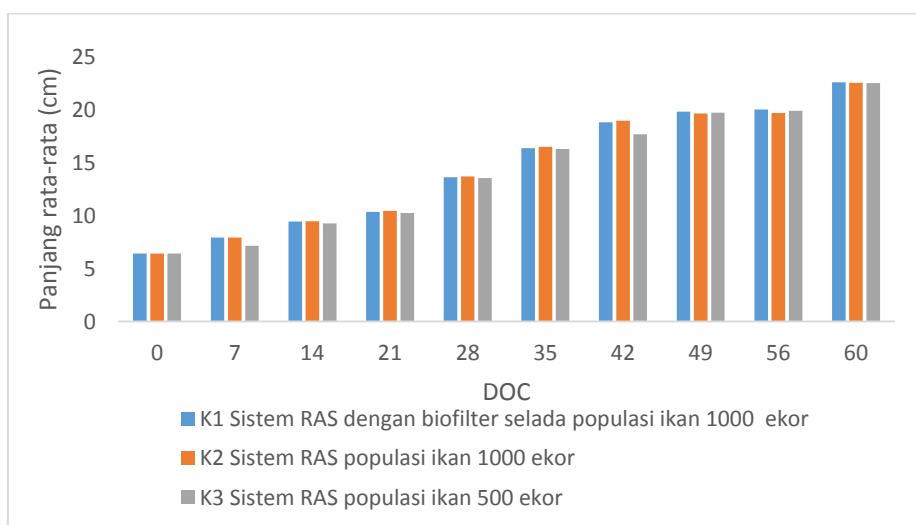
Hasil

penimbangan bobot tubuh ikan lele.

Pengamatan Panjang Tubuh

Hasil sampling pertumbuhan panjang ikan lele (*Clarias gariepinus*) diawal hingga akhir pemeliharaan selama 60 hari menunjukkan bahwa kolam 1 sampai kolam 3 memperlihatkan nilai yang tidak berbeda jauh dihari pertama hingga hari ke 35 pemeliharaan, kemudian pada hari ke-42 terlihat kolam K2 mengalami pertumbuhan panjang yang lebih tinggi, sedangkan kolam kolam 1 dan 3 memiliki

pertumbuhan panjang yang lebih rendah. Panjang ikan dihari ke-49 sampai ke-60 cenderung mengalami peningkatan pada kolam K1 yang kemudian diikuti dengan kolam K3 dan pertumbuhan terendah terlihat pada kolam K2, namun peningkatan yang terjadi tidak terlalu berbeda jauh yakni dengan nilai panjang akhir masing masing yakni 22,55, 22,51 dan 22,49 cm.



Gambar 5. Hasil sampling penimbangan panjang tubuh

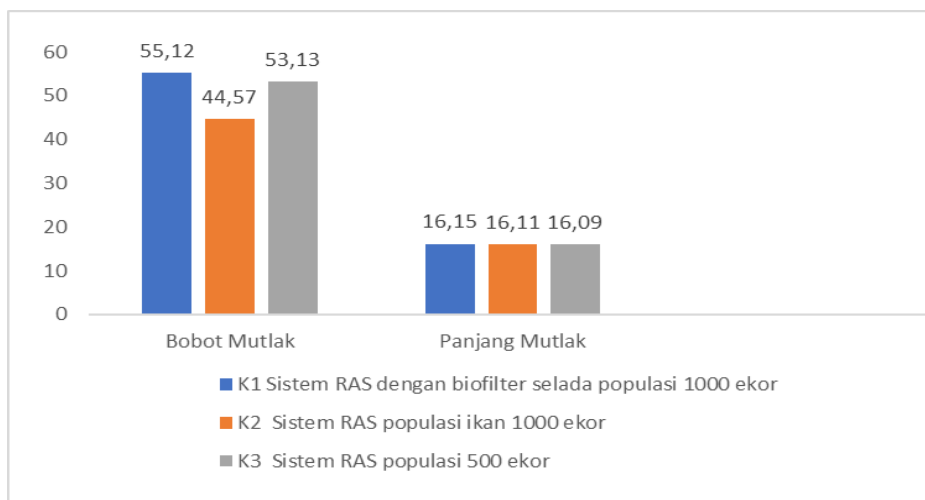
Analisa Pertumbuhan

Pertumbuhan Mutlak

Hasil pengamatan pertumbuhan mutlak bobot dan panjang ikan lele (*Clarias gariepinus*) diawal hingga akhir pemeliharaan selama 60 hari pada masing-masing kolam dengan sistem filtrasi yang berbeda (Gambar 4.5) menunjukkan bahwa penggunaan sistem resirkulasi dengan tambahan selada sebagai biofilter diduga memberikan pertumbuhan terbaik dengan nilai bobot mutlak yang didapatkan yakni 55,12 gram, kemudian diikuti dengan kolam (K2) sebesar 44,57 gram dan kolam (K3) sebesar 53,13 gram. Tingginya nilai pertumbuhan mutlak bobot

yang didapatkan pada kolam 1 didukung oleh nilai amonia yang didapatkan selama pemeliharaan yakni dengan nilai amonia berkisar antara 0,046 sampai 0,241 mg/l.

Sistem resirkulasi dengan tanaman sebagai biofilter (K1) memberikan pertumbuhan panjang yang lebih tinggi yakni sebesar 16,15 cm, kemudian diikuti dengan kolam (K3) sebesar 16,11 dan kolam (K2) sebesar 16,09 cm. Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan filtrasi, nilai kualitas air dan padat tebar yang berbeda pada setiap kolam memberikan pengaruh nyata terhadap panjang mutlak ikan lele.



Gambar 6. Pertumbuhan Mutlak bobot dan panjang ikan lele.

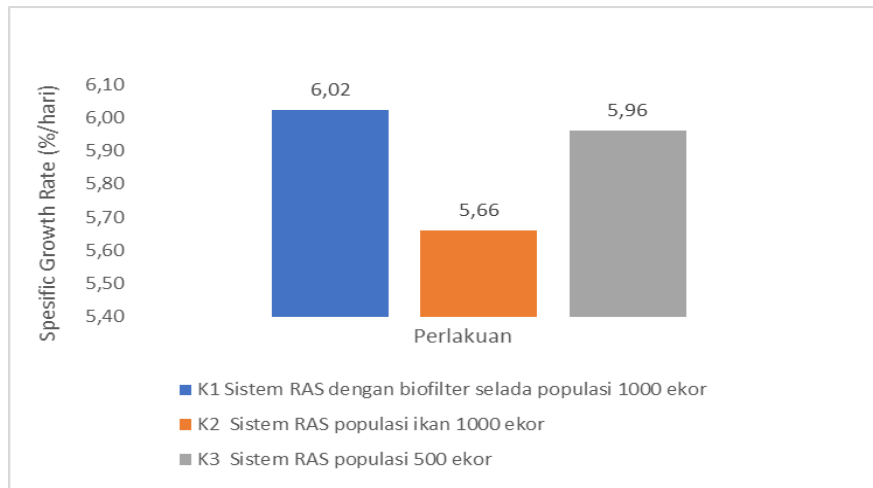
Specific Growth Rate (SGR)

Hasil pengukuran laju pertumbuhan spesifik pada media pemeliharaan selama 60 hari memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan

laju pertumbuhan ikan lele pada masing – masing kolam, terlihat pertumbuhan tertinggi didapatkan pada kolam K1 dengan nilai sebesar 6,02% perhari,

kemudian diikuti dengan kolam K3 sebesar 5,96% perhari, hal ini menandakan bahwa padat tebar dan resirkulasi berperan penting dalam menunjang pertumbuhan

ikan. Sedangkan laju pertumbuhan K2 yang didapatkan sebesar 5,66% perhari (Gambar 4.6).



Gambar 7. Spesific Growth Rate (%).

Hubungan Amonia dengan Pertumbuhan Hewan Uji

Berdasarkan analisis correlasi yang dilakukan didapatkan hubungan amonia dengan pertumbuhan mutlak bobot sebesar - 0,9345329 dan amonia dengan SGR sebesar - 0,9397854 hal ini menandakan bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara amonia dengan pertumbuhan bobot, dan SGR negatif sangat kuat. Hal ini diperkuat oleh pendapat Menanti, (2019) bahwa keberadaan amonia mempengaruhi pertumbuhan ikan lele, ambang batas kandungan amonia untuk ikan lele yaitu

<0,8 mg/l. Nilai correlasi antara amonia dengan pertumbuhan mutlak panjang yakni - 0,0047203, hal ini menandakan bahwa hubungan antara amonia dengan pertumbuhan panjang mutlak memiliki hubungan negatif sangat rendah. Hal ini sejalan dengan pernyataan Meakani *et al.* (2019) bahwa amonia mempengaruhi pertumbuhan ikan, dalam pertumbuhannya pakan yang dikonsumsi sepenuhnya oleh ikan lele sangkuriang cenderung untuk pertumbuhan beratnya. Menurut penelitian (Retnosari *et al.*, 2019) bahwa interval korelasi 0,00 – 0,799 korelasinya sangat rendah, 0,20 - 0,399 korelasinya rendah, 0,40 - 0,599 korelasinya sedang, 0,60- 0,799 korelasi kuat, dan 0,80 - 1,00 nilai korelasinya sangat kuat.

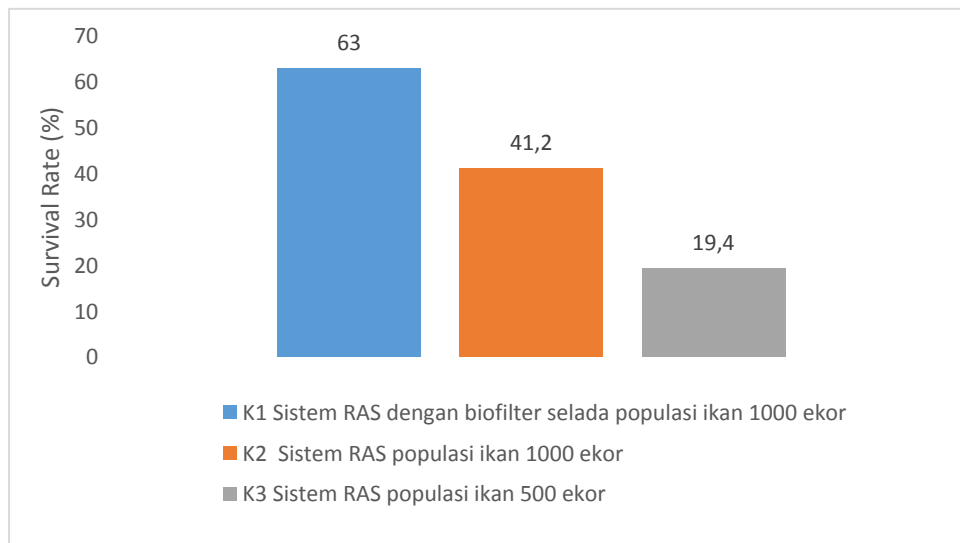
Tabel 2. Hubungan amonia dengan pertumbuhan ikan lele

	Amonia	Bobot mutlak	Panjang mutlak	SGR
Amonia	1	-	-	-
Bobot mutlak	0,9345329	1	-	-
Panjang mutlak	0,0047203	0,360284042	1	-
SGR	0,9397854	0,999886636	0,346197353	1

Tingkat Kelangsungan Hidup (SR)

Hasil analisis data kelangsungan hidup ikan lele (*Clarias gariepinus*) diawal hingga akhir pemeliharaan selama 60 hari menunjukkan bahwa nilai kelangsungan hidup ikan lele pada masing-masing kolam pemeliharaan, diperoleh nilai

kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada kolam K1 dengan nilai sebesar 63%, sedangkan pada kolam K2 sebesar 41,2% dan kolam K3 sebesar 19,4%. Dari hasil analisis data yang didapatkan menunjukkan bahwa penggunaan filtrasi dan padat tebar yang berbeda dapat berpengaruh terhadap hasil produksi.



Gambar 8. Survival rate.

Hubungan antara amonia dengan SR

Dari hasil correlasi yang dilakukan didapatkan nilai correlasi yakni 0,184345 yang menandakan bahwa hubungan amonia dengan SR memiliki nilai korelasi

yang sangat rendah. Menurut (Telaumbanua *et al.*, 2019) bahwa dalam mempertahankan kelangsungan hidupnya ikan lele mengandalkan oksigen dari udara menggunakan labirin, jika ikan lele tidak mempunyai kesempatan mengambil

oksigen dari udara karena permukaan tertutup maka ikan akan mati selain itu, padat tebar yang tinggi juga

mempengaruhi kelangsungan hidup ikan lele. Tabel 3. Hubungan amonia dengan SR.

	<i>amonia</i>	<i>SR</i>
<i>amonia</i>	1	
<i>SR</i>	0,184345	1

Parameter Kimia

Konsentrasi Amonia (NH₃)

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan pada pemeliharaan ikan selama 60 hari bahwa kandungan amonia tertinggi didapatkan kolam K1 dan K2 yang dilihat dari hari ke 24 setelah pemeliharaan. Tingginya nilai amonia pada kolam K1 diduga karena akar tanaman selada yang relatif masih kecil dengan ketinggian selada berkisar antara 8-10 cm, sehingga memungkinkan sedikitnya amonia yang terserap oleh akar tanaman. Sedangkan pada kolam K2 tingginya amonia pada awal pemeliharaan diduga karena filter belum bekerja secara maksimal. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Hapsari *et al.*, 2020) bahwa pada awal pemeliharaan sistem resirkulasi berjalan, bakteri nitrosomonas dan nitrobacter belum tumbuh sehingga nilai amonia menjadi tinggi. Selain itu, tingginya amonia diduga

karena padat tebar yang tinggi sehingga mempengaruhi input sisa metabolisme yang menjadi beban bagi kolam pemeliharaan. Sebagaimana dilaporkan oleh (Norjanna, 2015) bahwa ikan akan mengeluarkan limbah dari sisa pakan dan metabolisme yang mengandung amonia dengan jumlah 80-90% amonia melalui proses osmoregulasi feses dan urin, semakin banyak padat tebar maka feses dan urin yang dihasilkanpun akan semakin banyak. Selain itu, feses berupa ion amonium akan diubah pada pH tinggi menjadi amonia melalui proses nitrifikasi. Sedangkan pada kolam K3 didapatkan nilai amonia dalam kondisi optimal yakni dibawah 0,1 mg/l.

Kandungan amonia kolam 1 dan K2 hari ke 34 dan 44 mengalami penurunan jika dibandingkan dengan hari sebelumnya, rendahnya kadar amonia yang didapatkan pada kolam P2 diduga karena filtrasi berupa karang jahe dan

spons menyebabkan bahan-bahan organik yang ada dikolam tersaring dan menempel pada karang jahe dan spons, serta bentuknya yang berongga memungkinkan bakteri nitrifikasi sudah tumbuh dengan baik dengan penambahan probiotik berupa nitrogen saikel. Sedangkan pada kolam K1, rendahnya amonia diduga karena amonia diserap oleh tanaman, hal ini terlihat dari tanaman selada yang mengalami pertambahan ukuran yang jika dibandingkan dengan hari ke-24. Pertambahan ukuran tanaman ini diikuti dengan pertambahan akar tanaman yang berperan dalam penyerapan amonia. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Suryaningsih *et al.*, 2018) bahwa akar tanaman mempengaruhi daya serap amonia. Tanaman dengan porsi akar leih besar diasumsikan lebih optimal dalam menyerap amonia pada kolam budidaya. Selanjutnya pada kolam K3 didapatkan nilai amonia mengalami peningkatan, namun masih dapat ditoleransi oleh ikan lele. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Dhika Pratama & Manan, 2017) bahwa ambang batas kandungan amonia untuk ikan lele yaitu $0,8 \text{ mg/l}$.

Seiring dengan lamanya pemeliharaan yang dilakukan, ukuran ikan lele pada kolam budidaya relatif semakin

besar yang dapat menyebabkan tingginya nilai amonia pada media budidaya. Oleh karena itu, untuk meminimalisir terjadinya lonjakan amonia pada kolam dilakukan penambahan air kolam budidaya yang berkurang akibat proses penguapan. Selain itu, dilakukan juga pemberian perlakuan berupa nitrogen saikel saat air terlihat keruh, yang dimana kandungan pada nitrogen saikel tersebut berupa bakteri pengurai bahan organik pada air kolam budidaya.

Selanjutnya pada hari ke 54 pemeliharaan, didapatkan nilai amonia tertinggi pada kolam K2, hal ini dikarenakan ikan mengalami pertumbuhan setiap harinya terlihat dari rata-rata ukuran panjang mutlak diakhir pemeliharaan (Gambar 4.4) yang memungkinkan semakin tingginya proses metabolisme dan feses serta pakan yang mengendap. Hal ini sesuai dengan pernyataan Perdiansyah *et al.* (2018) bahwa peningkatan padat tebar akan diikuti dengan peningkatan jumlah pakan, buangan metabolisme tubuh, konsumsi oksigen, dan dapat menurunkan kualitas air. Sedangkan pada kolam 1 dan K3 didapatkan amonia dibawah 0,2 mg/l, yang menandakan bahwa nilai amonia yang didapatkan masih dapat ditoleransi oleh ikan lele sangkuriang karena tidak

menyebabkan terganggunya kelangsungan hidup atau kematian di hari ke 54 hingga panen. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Dhika Pratama & Manan, 2017) bahwa ambang batas kandungan amonia untuk ikan lele yaitu $<0,8$ mg/l. Maniani *et al.* (2016) juga berpendapat bahwa ikan lele sangkuriang termasuk ikan yang sangat mudah beradaptasi pada kondisi lingkungan yang kurang baik.

Konsentrasi amonia filter tertinggi didapatkan pada kolam K2 dihari ke 54 pemeliharaan yakni sebesar 0,309 mg/l, yang dimana tingginya amonia diduga karena sistem filtrasi yang sudah kotor akibat tidak dilakukannya pembersihan filter, sebagaimana dijelaskan oleh (Jacinda *et al.*, 2021) bahwa dalam penggunaan sistem filtrasi perlu dicuci setiap periode waktu tertentu, misalnya 2 minggu sekali. Konsentrasi filter yang didapatkan tergolong baik, karena tidak mengganggu keberlangsungan hidup ikan. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Dhika Pratama & Manan, 2017) bahwa ambang batas kandungan amonia untuk ikan lele yaitu $<0,8$ mg/l.

Kualitas Air

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air didapatkan nilai suhu pada kolam P1 berkisar antara $25,0 - 27,9^{\circ}\text{C}$, derajat keasaman $6,7 - 7,9$ dan nilai DO

sebesar $3,0 - 7,3$ mg/L. Dari data yang didapatkan menunjukkan bahwa kisaran kualitas air selama pemeliharaan termasuk dalam kondisi optimal dan baik untuk budidaya. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Wibowo *et al.*, 2020) yang menyatakan bahwa suhu yang optimal untuk budidaya berkisar antara $25-30$, pH $6,5 - 8$. Sedangkan kisaran DO yang didapatkan berkisar antara $> 0,3 - 7,3$ mg/l. Kandungan DO selalu terjaga dikarenakan terdapat pompa untuk mengalirkan air masuk kedalam kolam yang mengakibatkan gelembung berisikan oksigen pada media pemeliharaan. Selain itu, pada setiap kolam diberi tambahan aerasi untuk memungkinkan oksigen untuk ikan pada media budidaya tetap tercukupi. Hal ini sejalan dengan pendapat (Budiyanto *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa penggunaan aerasi bertujuan untuk mengaduk bahan-bahan organik pada media budidaya sehingga terurai secara aerobik, serta meningkatkan oksigen terlarut (DO) untuk bakteri baik dan ikan didalam kolam.

Pertumbuhan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan penggunaan sistem resirkulasi berupa tanaman selada sebagai biofilter memberikan pengaruh signifikan terhadap

pertambahan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak dan laju pertumbuhan spesifik ikan lele, jika dibandingkan dengan perlakuan pada kolam K2 dan K3, yang dimana tingginya nilai pertumbuhan diduga karena pengaruh sistem filtrasi dan tanaman selada yang mampu menyeimbangkan kualitas air terutama kadar amonia selama pemeliharaan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Dauhan *et al.*, 2014) bahwa tanaman dapat mereduksi amonia dengan menyerap air buangan budidaya atau air limbah dengan menggunakan akar tanaman sehingga amonia yang terserap mengalami proses oksidasi melalui bantuan oksigen dan bakteri. Selain itu, tingginya pertumbuhan pada kolam K1 diduga karena nafsu makan ikan yang baik karena dipicu oleh kualitas air yang optimal, sehingga nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan untuk tumbuh tercukupi. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Sinurat *et al.*, 2021) bahwa keberhasilan pertumbuhan ikan lele sangkuriang dapat ditentukan oleh faktor yang mendukung seperti pakan tercukupi, pola pemeliharaan yang sesuai dan kondisi air yang baik sehingga menyebabkan pertambahan panjang maupun berat ikan.

Sistem resirkulasi pada kolam K2 memiliki pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan kolam K1, hal ini diduga karena padat tebar yang tinggi mempengaruhi jumlah pakan, dan feses yang dihasilkan pada kolam sehingga memungkinkan sistem filtrasi harus bekerja secara maksimal dalam menyaring sisa pakan maupun feses ikan pada kolam pemeliharaan, hal inilah yang menyebabkan nilai amonia pada kolam K2 lebih tinggi dibandingkan kolam K1 dan K3 seperti yang terlihat pada (gambar 4.1), kolam K2 memiliki nilai kualitas air terendah dengan kadar amonia tertinggi 0,491 mg/l. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Pardiansyah *et al.*, 2018) bahwa padat tebar yang tinggi akan menyebabkan pertumbuhan ikan menurun akan diikuti dengan peningkatan jumlah pakan dan penurunan kualitas air.

Sistem resirkulasi pada K3 memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kolam K2, hal ini diduga karena padat tebar yang rendah dan kematian massal disemua kolam, sehingga memungkinkan ruang gerak dan pemanfaatan pakan pada kolam K3 lebih maksimal. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Irawan *et al.*, 2019) bahwa pertumbuhan ikan pada padat tebar rendah menyebabkan tidak terjadi

kompetisi terhadap ruang gerak serta makanan yang diberikan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ikan.

Kelangsungan Hidup (SR)

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan, terlihat bahwa adanya hubungan yang kuat antara amonia dengan nilai kelangsungan hidup (SR) yang didapatkan, yang dimana nilai kelangsungan hidup (SR) pada setiap kolam berbeda-beda. Terlihat pada kolam K1 menunjukkan nilai kelangsungan hidup tertinggi dengan nilai sebesar 63%, kemudian diikuti dengan kolam K2 sebesar 41,2% dan K3 sebesar 19,4%. Nilai kelangsungan hidup kolam K2 menunjukkan kelangsungan hidup yang cukup baik, sedangkan pada kolam K3 terlihat pada gambar menunjukkan nilai kelangsungan hidup yang rendah, hal ini disebabkan karena kematian pada ikan diawal penebaran akibat stressnya ikan saat berada dilingkungan baru. Selain itu, padat tebar yang tinggi juga menyebabkan kurang maksimalnya pemanfaatan pakan maupun ruang gerak pada ikan sehingga menyebabkan nilai amonia yang berubah-ubah selama pemeliharaan, walaupun nilai kualitas air yang didapatkan tergolong optimal dan baik untuk budidaya. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Pertwi *et al.*, 2021)

yang menyatakan bahwa tingkat kelangsungan hidup (SR) $\geq 50\%$ tergolong baik, kelangsungan hidup 30 – 50% sedang dan kurang dari 30% tergolong tidak baik. Ikan mengalami kematian disebabkan oleh stress. Ikan stress karena kualitas air yang belum sepenuhnya sama dengan kualitas air ditempat ikan dibesarkan. **SIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa aplikasi sistem resirkulasi dengan penambahan tanaman selada seagai biofiter pada budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*) dengan kepadatan tinggi mampu mengontrol tingkat amonia pada media budidaya.

References

- Arzad, M., Ratna, R., & Fahrizal, A. (2019). Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dalam Sistem Akuaponik. *Median : Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 11(2), 39–47. <https://doi.org/10.33506/md.v11i2.503>
- Budiyanto, H., Setiawan, A. B., & Tutuko, P. (2022). Community empowerment through biofloc catfish fishery with

- photovoltaic electrical energy in Sutojayan Village, Malang. *Community Empowerment*, 7(9), 1614–1621.
<https://doi.org/10.31603/ce.7618>
- Damis, & Saenong, M. (2022). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengelolaan Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok pada Kelompok Pokdakan di Kabupaten Pinrang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Kauniah*, 1(1), 100–109.
<https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Dhika Pratama, W., & Manan, D. A. (2017). Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) Effect Addition of Different Probiotic in Aquaponic Systems towards Water Quality in Aquaculture Catfish (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture Science*, 1(1), 27–35.
- Hapsari, A. W., Hutabarat, J., & Harwanto, D. (2020). Aplikasi Komposisi Filter Yang Berbeda Terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Pada Sistem Resirkulasi. *Sains Akuakultur Tropis*, 4(1), 39–50.
<https://doi.org/10.14710/sat.v4i1.6437>
- Hidayat, K. W., Nabilah, I. A., Nurazizah, S., & Gunawan, B. I. (2019). Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di PT. Dewi Laut Aquaculture Garut Jawa Barat. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 8(3), 123.
<https://doi.org/10.20473/jafh.v8i3.12931>
- Ilyas, A. P., Nirmala, K., Harris, E., & Widiyanto, T. (2014). Pemanfaatan Lemna perpusilla Sebagai Pakan Kombinasi Untuk Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Resirkulasi. *Limnotek*, 21(2), 193–201.
- Indra, R., Komariyah, S., & Rosmaiti. (2021). Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) pada Media Budikdamber. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Indonesia*, 1(2), 52–59.
- Irawan, D., Sari, S. P., Prasetyono, E., & Syarif, A. F. (2019). Performa Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Seluang (*Rasbora einthovenii*) Pada Perlakuan pH Yang Berbeda. *Jurusan Akuakultur*, 4(2),

- 15–21.
- Jacinda, A. K., Ayi, Y., & Yuli, A. (2021). Aplikasi Teknologi Resirculating Aquaculture System (RAS) di Indonesia, 2 (1. 11), 43–59.
- Kulla, O. L. S., Yuliana, E., & Supriyono, E. (2020). Analisis Kualitas Air dan Kualitas Lingkungan untuk Budidaya Ikan di Danau Laimadat, Nusa Tenggara Timur. *Pelagicus*, 1(3), 135. <https://doi.org/10.15578/plgc.v1i3.9290>
- Leonanda, B. D., & Zolanda, Y. (2018). Reaktor Nitrifikasi Biofilter Untuk Air Limbah Sisa Makanan Dan Feses Ikan. *METAL: Jurnal Sistem Mekanik Dan Termal*, 2(1), 9. <https://doi.org/10.25077/metal.2.1.9-14.2018>
- Maniani, A. A., Tuhumury, R. A. N., & Sari, D. A. (2016). Pengaruh Perbedaan Filterisasi Berbahan Alami dan Buatan (sintetis) pada Kualitas Air Budidaya Lele Sangkuriang (*clarias* sp.) dengan sistem Resirkulasi Tertutup. *The Journal of Fisheries Development, Januari*, 2(2), 17–34.
- Miska, E. E., & Inti, M. A. (2020). Respon Pertumbuhan Selada (*Lactuca Sativa* L.) Dengan Berbagai Media Tanam Pada Sistem Budidaya Akuaponik Growth *Japanes Journal of Medical Instrumentation*, 75(4), 161. https://doi.org/10.4286/ikakikaigaku.75.4_161
- Mukhlis, A., Abidin, Z., & Rahman, I. (2017). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Amonium Sulfat Terhadap Pertumbuhan Populasi Sel Nannochloropsis sp. *BioWallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, 3(3), 149–155.
- Norjanna, F. (2015). *Resirkulasi, Filter, Amonia, Zeolit, Arang, Pecahan Karang. IV*(1).
- Nurhidayah, M. (2020). Dampak Teknologi Terhadap Tingkat Pendapatan Nelayan di Pallameanng Kabupaten Pinrang. *Skripsi Studi, Program Syariah, Ekonomi Ekonomi, Fakultas Bisnis, D A N*.
- Oktari Luh Deva, Ida Bagus J.S, N. nyoman D. . (2022). *Effect of Different Probiotics on Survival and Growth Rate of*. 0–6.
- Pardiansyah, D., Widya, O., & Suharun, M. (2018). Pengaruh Peningkatan Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Menggunakan Sistem Resirkulasi. *Jurnal Agroqua*, 16(1), 81–86.
- Parlina, I., Miftahul Ihsan, I., Syaputra, A., Budiani, S., Hanif, M., Pusat

- Teknologi Lingkungan, P., Pengkajian dan Penerapan Teknologi Gedung, B., Puspipstek Serpong, K., Selatan, T., - Sekolah Tinggi Perikanan Serang, B., & STP Raya Karangantu Kecamatan Kasemen, J. (2018). Comparison of Environment Management of Vaname Shrimp Farming (*Litopenaeus vannamei*) with the Application of Chelated Anorganic With Probiotics. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 33–40.
- Pertiwi, R. J., Siswoyo, B. H., & Hasan, U. (2021). Pengaruh Campuran Tepung Kepala Udang Pada Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Aquaculture Indonesia*, 1(1), 15–27.
<https://doi.org/10.46576/jai.v1i1.1436>
- Prasetyo, Y. (2018). Pengaruh Jenis Filter Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah (*Oreochromis Niloticus*) Pada Media Pemeliharaan Air Payau Sistem Resirkulasi. *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 1–8.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055>
- <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006>
<https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024>
<https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006>
- Pratama, F. A., Afiati, N. *), & Ali, D. (2016). Kondisi Kualitas Air Kolam Budidaya Dengan Penggunaan Probiotik Dan Tanpa Probiotik Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias Sp*) Di Cirebon, Jawa Barat The Water Quality Condition Of Probiotic Cultivation Pond And Non-Probiotic Cultivation Pond. 5(L), 38–45.
- Retnosari, D., Rejeki, S., Susilowati, T., & Ariyati, R. W. (2019). Laju Filtrasi Bahan Organik Oleh Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Sebagai Biofilter Serta Dampaknya Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Sains Akuakultur Tropis*, 3(1), 36–46.
<https://doi.org/10.14710/sat.v3i1.4031>
- Ridwantara, D., Buwono, I. D., S., A. A. H., Lili, W., & Bangkit, I. (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.
- Saputri, W., & Razak, A. (2018). The Effect Of Giving Fermentation Flows Of Pinang Leaf (*Areca Cathecu L.*) And Surian Leaves (*Toona Sinensis Roxb.*) To Lele Fish Paint (*Clarias gariepinus Var.*). *Bio Sains*, 1(1), 21–30.
- Setyono, B. D. H., Junaidi, M., Scabra, A. R., & Kaswadi, H. (2021). Penerapan Teknologi Recirculating Aquaculture System (Ras) Untuk Perbaikan Kualitas Lingkungan Pada Budidaya Ikan Nila Di Desa Sokong Kecamatan Tanjung Kabupaten Lombok Utara. *Indonesian Journal of Fisheries Community Empowerment*, 1(1), 69–76.
<https://doi.org/10.29303/jppi.v1i1.128>
- Sinaga, L., Niken, A. P., & Iskandar, P. (2021). *Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Baung (Hemibagrus nemurus) dengan Pemberian Hormon Pertumbuhan Rekombinan (rGH)*. 9(3), 184–191.
- Sinurat, L. S., Rustiati, E. L., & Apriyadi. (2021). Kualitas air dan laju pertumbuhan larva ikan lele sangkuriang di balai benih ikan natar. *Prosiding Seminar ...*, 344–350.
- Suryaningsih, R., Waspodo, S., & Diniarti, N. (2018). Konsentrasi Amonia Dan Nitrat Pada Budidaya Lele Sistem Akuaponik Dengan Menggunakan Tumbuhan Yang Berbeda 1. *The Mathematical Gazette*, 55(393), 298–305.
<https://doi.org/10.2307/3615019>
- Susanti, Y. A. D., Pramudia, Z., Amin, A. A., Salamah, L. N., Yanuar, A. T., & Kurniawan, A. (2021). Peningkatan Produksi Pangan melalui Sistem Integrasi Teknologi Aquaponics-Recirculating Aquaculture System (A-RAS) pada Budidaya Ikan Lele di Desa Kaliuntu Kabupaten Tuban. *Rekayasa*, 14(1), 121–127.
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i1.10254>
- Telaumbanua, Nurul Hayani, R., & Pamukas, N. A. (2019). Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dengan Padat Tebar Berbeda Menggunakan Probiotik Boster Aquaenzym Pada Pakan. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Warseno, Y. (2018). Budidaya Lele Super Intensif di Lahan Sempit. In *Jurnal Riset Daerah: Vol. 17 (2)* (pp. 3064–3088).
- Wibowo, I. S., Santosa, G. W., & Djunaedi, A. (2020). Metode Lepas Dasar

dengan Net Bag pada Pertumbuhan
Kappaphycus alvarezii (Doty). *Journal
of Marine Research*, 9(1), 49–54.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v9i1.25>
783

Zidni Irfan, Titin Herawati, E. L. (2013).
Pengaruh Padat Tebar Terhadap
Pertumbuhan Benih Lele Sangkuriang
(*Clarias Gariepinus*) Dalam Sistem
Akuaponik. 4(4), 315–324.

Zuhdan, M. (2021). *Sistem Monitoring
Data Kekeruhan Air Pada Budidaya
Ikan Lele Berbasis Iot*.
<http://eprints.poltektegal.ac.id/471/>

