

Analisis Kualitas Air pada Kolam Pendederan Benih Ikan Karper (*Cyprinus carpio L.*)

Deo Sandika¹, Dewa Gede Semara Edi², I Made Kawan³

¹²³Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Pertanian, Universitas Warmadewa, Indonesia
E-mail: deosandika205@gmail.com

Abstract

*This research is a case study which aims to determine the condition of water quality in seeding ponds for Carp Fish (*Cyprinus carpio L.*). This research was conducted 21 days in June 2023 at the UPTD. Produksi Perikanan Budidaya Provinsi Bali. This research design is divided into 4 stages, start with preparation, implementation, data analysis and conclusions. Water quality observations include several physical, chemical and biological parameters. The variables observed were temperature, brightness, pH, ammonia and plankton abundance. The aim of this research is to determine the condition of water quality at the research location, determine daily water quality fluctuations and also determine the relationship between water quality variables. Based on the results of observations, it is known that the average temperature value reached 27.7°C, the average brightness was 36.7 cm, the average pH was 7.2, the average ammonia was 0.15 and the average abundance plankton reached 1,119 cells/L. It is known that there are quite significant fluctuations in water quality variables both on a daily basis and during the research period, and it is also known that there are relationships between water quality parameters that are interconnected to either support or counteract each other.*

Keywords: *Water Quality, Carp Fish (*Cyprinus carpio L.*), Cultivation, Nursery.*

1. Pendahuluan

Kualitas air merupakan karakteristik mutu yang sangat dibutuhkan dalam pemanfaatannya. (Sanjaya *et al.*, 2018). Air dikategorikan memiliki kualitas yang baik apabila memenuhi persyaratan antara lain fisik, kimia dan bakteriologi atau biologi. Terdapat kondisi tertentu yang menyebabkan benih – benih ikan di UPTD Produksi Perikanan Budidaya Provinsi Bali mengalami mortalitas pada saat proses pendederan berlangsung khususnya komoditas ikan Karper (*Cyprinus carpio L.*). Berdasarkan dasar pemikiran diatas serta tidak adanya data kualitas air secara berkala di lokasi tersebut, diduga kondisi kualitas air pada kolam pendederan di UPTD Produksi perikanan Budidaya tidak sesuai dengan baku mutu kualitas air khususnya budidaya ikan air tawar. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kondisi kualitas air, fluktuasi serta hubungan antar variabel kualitas air yang terdapat di lokasi tersebut.

2. Bahan dan Metoda

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di UPTD Produksi Perikanan Budidaya Provinsi Bali selama 21 hari, mulai tanggal 7 Juni 2023 sampai 28 Juni 2023.

2.2 Rancangan Penelitian

Rancangan dibagi menjadi 4 bagian yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, analisis data dan kesimpulan. Tahap persiapan merupakan tahap awal yang dimana mencakup proses persiapan kolam (pemupukan, pengapuran, dll.), pemijahan induk ikan dan persiapan alat (kondisi dan kalibrasi).

Setelah tahap persiapan dilaksanakan, dilanjutkan dengan tahap pelaksanaan yang mencakup penebaran benih ikan, pengamatan kualitas air dan panen. Proses penebaran ikan dilakukan dengan prosedur yang berlaku di lokasi penelitian serta menghitung padat tebar yang diperoleh, lalu pada tahap pengamatan kualitas air dilakukan menggunakan metode *grab sampling* yang dilaksanakan baik insitu (di lokasi penelitian) untuk parameter suhu, kecerahan, pH, amonia dan secara eksitu (Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa) untuk parameter kelimpahan fitoplankton. Pengamatan dilakukan secara berkala setiap 3 hari sekali dengan waktu pengamatan pada pukul 08.00, 14.00, 20.00 dan 02.00 guna mengetahui fluktuasi yang terjadi pada lokasi penelitian. Dan selanjutnya proses panen, proses panen dilaksanakan untuk mengetahui pertumbuhan serta tingkat kelangsungan hidup ikan.

Selanjutnya yaitu proses analisis data. Analisis data merupakan tahap akhir yang meliputi tabulasi dan perhitungan data guna proses penarikan kesimpulan. Tabulasi data ialah teknik untuk menyajikan data agar data mudah dipahami dan bisa digunakan pada proses perhitungan, sedangkan proses perhitungan ialah tahap lanjutan dari tabulasi yang berguna untuk membaca, mengidentifikasi dan menemukan kondisi yang dialami oleh perairan berdasarkan data yang ada. Adapun pada penghitungan kelimpahan fitoplankton menggunakan rumus APHA (1989) sebagai berikut :

$$N = Z \times \frac{X}{Y} \times \frac{1}{V}$$

- N : Jumlah kelimpahan fitoplankton (sel/L).
Z : Jumlah individu yang teramati.
X : Volume air sampel yang tersaring. (1 L)
Y : Volume air yang diamati (0,05 ml).
V : Volume air yang disaring. (20 L)

Dan tahap terakhir ialah penarikan kesimpulan, penarikan kesimpulan ialah tahap akhir penelitian yang berguna untuk menjelaskan serta mengungkap kondisi yang dialami dan memberikan solusi berupa saran untuk mengatasi atau meminimalisir kerugian pada proses budidaya benih ikan karper.

2.4 Variabel yang diamati

Cakupan variabel yang diamati pada penelitian ini yaitu :

1. Parameter Fisik : parameter fisika yang diamati meliputi parameter suhu dan kecerahan.
2. Parameter Kimia : parameter kimia yang diamati meliputi parameter pH dan amonia.
3. Parameter Biologi : parameter biologi yang diamati meliputi parameter kelimpahan fitoplankton.
4. Data tambahan : kelulushidupan ikan, pertumbuhan mutlak, hama.

3. Hasil dan Pembahasan

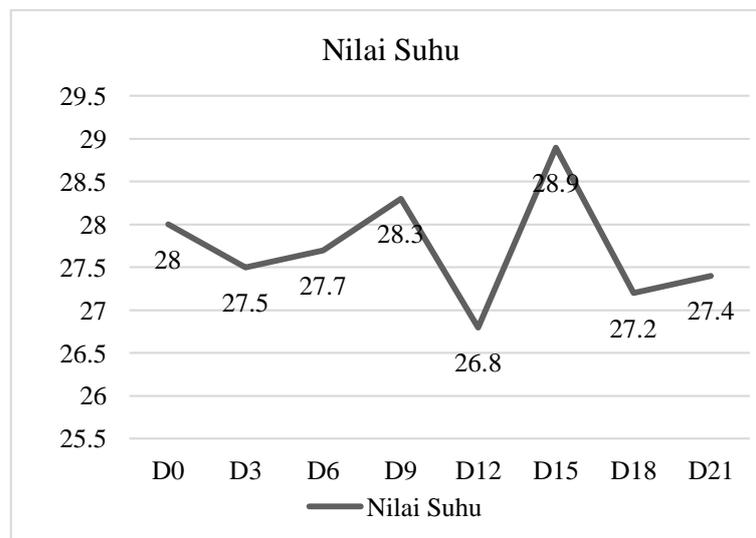
3.1 Suhu

Berdasarkan data hasil pengamatan, terlihat bahwa suhu rata – rata yang terdapat pada kolam pendederan benih ikan karper (*Cyprinus carpio L.*) di lokasi penelitian masih tergolong lebih dingin dibandingkan dengan baku mutu kualitas air sesuai peruntukannya. Adapun menurut Azhari *et al.*, (2018) menyatakan bahwa suhu ideal bagi budidaya perikanan air tawar berkisar pada 28 – 32°C

Tabel 1
Nilai Pengamatan Parameter Suhu

Hari	Nilai Suhu (°C)				Rata – Rata	Standar Optimal
	08.00	14.00	20.00	02.00		
0	27,8	28,1	28,6	27,8	28	28 – 32 (°C)
3	27,8	27,9	27,6	26,8	27,5	
6	27,9	28,8	27,5	26,6	27,7	
9	28,9	29,4	27,7	27,4	28,3	
12	27,3	27,5	26,4	26,1	26,8	
15	28,9	29,4	28,8	28,6	28,9	
18	26,9	27,4	27,5	27,1	27,2	
21	27,2	27,9	27,5	27,2	27,4	
Rata - Rata	27,8	28,3	27,7	27,2	27,7	

Menurut Oktafiansyah *et al.*, (2015), perubahan suhu air disebabkan oleh beberapa faktor, mulai dari komposisi substrat, kekeruhan air, hujan, luas permukaan yang terkena sinar matahari langsung, hingga sumber dari aliran air tersebut. Berdasarkan pengamatan kondisi kolam ikan di lokasi penelitian, air kolam menggunakan air yang berasal langsung dari area persawahan serta memiliki kondisi topografi dengan ketinggian tanah yaitu 187 – 265 mdpl. Dengan kondisi tersebut, daerah lokasi penelitian sejatinya memiliki suhu alami yang relatif rendah dan dengan curah hujan yang tinggi.



Gambar 1
Grafik fluktuasi rata-rata suhu harian dari hari ke-0 sampai ke-21 pengamatan.

Pada gambar diatas, terlihat adanya fluktuasi yang cukup tinggi terhadap rata – rata suhu setiap harinya. Fluktuasi yang terjadi pada hari ke-6 hingga hari ke-15 terjadi diduga akibat adanya cuaca yang tidak menentu dibandingkan dengan hari ke-0 atau sampai hari ke-6. Menurut Sumardiono *et al.*, (2020), menyatakan bahwa ketika ada sinar matahari maka suhu akan naik lebih kurang 29°C

bahkan saat malam hari suhu akan tetap berada di kisaran 29°C. Sebaliknya, Ketika sinar matahari tidak maksimal menembus air kolam, maka suhu akan menurun atau lebih rendah.

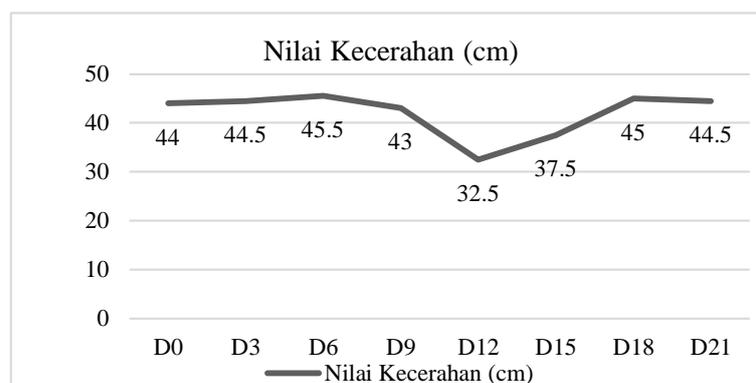
3.2 Kecerahan

Berdasarkan data hasil pengamatan, terlihat kecerahan rata – rata yang terdapat pada kolam pendederan benih ikan karper (*Cyprinus Carpio L.*) di lokasi penelitian masih tergolong baik. Namun, masih terdapat fluktuasi yang terjadi akibat adanya kondisi ekstrem kolam. Menurut Mukti *et al.*, (2015), kecerahan optimal kolam ikan air tawar berkisar antara 30 – 50 cm.

Tabel 2
Nilai Pengamatan Parameter Kecerahan

Hari	Nilai Kecerahan (cm)		Rata - Rata	Standar Optimal
	08.00	14.00		
0	45	47	46	
3	43	46	44,5	
6	45	46	45,5	
9	42	44	43	
12	32	33	32,5	40 – 50 cm
15	37	38	37,5	
18	44	46	45	
21	44	45	44,5	
Rata - Rata	41,5	43,1	42,3	

Kecerahan terendah terjadi pada hari ke-12 dengan nilai 32 cm dan tertinggi pada hari ke-0 dengan 47 cm. Hari ke-12 memiliki kecerahan yang rendah diduga adanya peningkatan kekeruhan secara drastic yang terjadi akibat kondisi ekstrem air kolam. Kondisi ekstrem yang dimaksud berasal dari beberapa faktor dimulai dengan adanya partikel lumpur yang terbawa dari sumber air sawah kedalam kolam dan adanya hujan lebat yang mengakibatkan perubahan kualitas air kolam. Menurut Sinurat *et al.*, (2021) penurunan kecerahan yang ekstrem ditandai dengan adanya busa pada permukaan kolam yang diduga berasal dari kadar organik terlarut yang tinggi, penyebabnya antara lain adanya *alga blooming*, adanya kematian massal plankton akibat perubahan kondisi air kolam hingga adanya sedimen tanah yang tercampur air. Selain mempengaruhi kecerahan, partikel sedimen atau dalam hal ini lumpur yang terbawa pada air akan mempengaruhi nilai padatan tersuspensi (TSS) perairan. Butir – butir lumpur yang melayang – layang dalam air juga mengurangi masuknya cahaya matahari ke dalam air, sehingga mengganggu proses fotosintesis dan biota perairan sulit mengalami pertumbuhan



Gambar 2
Grafik fluktuasi rata-rata kecerahan harian dari hari ke-0 sampai ke-21 pengamatan

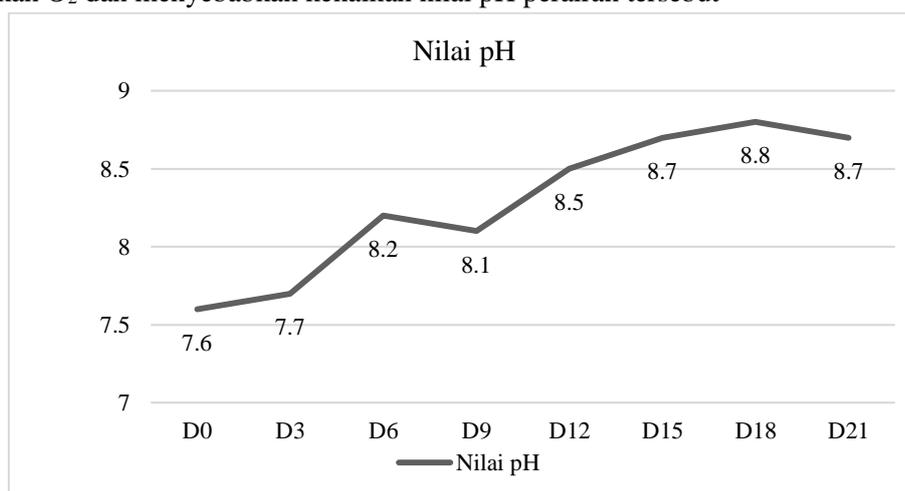
3.3 pH

Berdasarkan data hasil pengamatan terlihat rata – rata pH di kolam pendederan benih ikan karper (*Cyprinus carpio L.*) tergolong kurang baik dan relatif cukup tinggi dibandingkan dengan baku mutu kualitas air perikanan air tawar. Menurut Mas’ud *et al.*, (2014), derajat keasaman atau pH yang disarankan untuk pemeliharaan ikan budidaya air tawar khususnya ikan karper berada pada angka 6 - 8.

Tabel 3
Nilai Pengamatan Parameter pH

Hari	Nilai pH				Rata - Rata	Standar Optimal
	08.00	14.00	20.00	02.00		
0	7,4	8,2	8,6	8,2	8,1	
3	7,8	8,0	7,7	7,6	7,7	
6	8,3	8,5	8,2	8,0	8,2	
9	7,9	8,0	8,4	8,2	8,1	
12	8,4	8,6	8,5	8,6	8,5	6 - 8
15	8,8	8,8	8,6	8,5	8,7	
18	8,8	8,9	8,9	8,7	8,8	
21	8,7	8,8	8,9	8,4	8,7	
Rata - Rata	8,2	8,5	8,4	8,2	8,3	

pH pada siang dan malam hari memiliki nilai yang relatif berbeda. Nilai pH terendah terdapat pada hari pertama pemeliharaan dengan angka rata – rata 7,7 dan nilai tertinggi yaitu pada hari ke-18 dengan angka 8,8. Adanya kenaikan pH terjadi umumnya di siang hari akibat adanya proses kimia dan biologi berupa fotosintesis dari fitoplankton, mikroalga dan tanaman air lainnya yang menghasilkan O₂ dan menyebabkan kenaikan nilai pH perairan tersebut



Gambar 3
Grafik fluktuasi rata-rata pH harian dari hari ke-0 sampai ke-21 pengamatan

Selain hal tersebut, diduga kondisi pH yang cenderung meningkat akibat adanya penguraian zat kapur pada penggunaan kapur dolomit untuk persiapan kolam yang tidak sesuai takarannya sehingga penguraian zat kapur baru dimulai saat pemeliharaan.

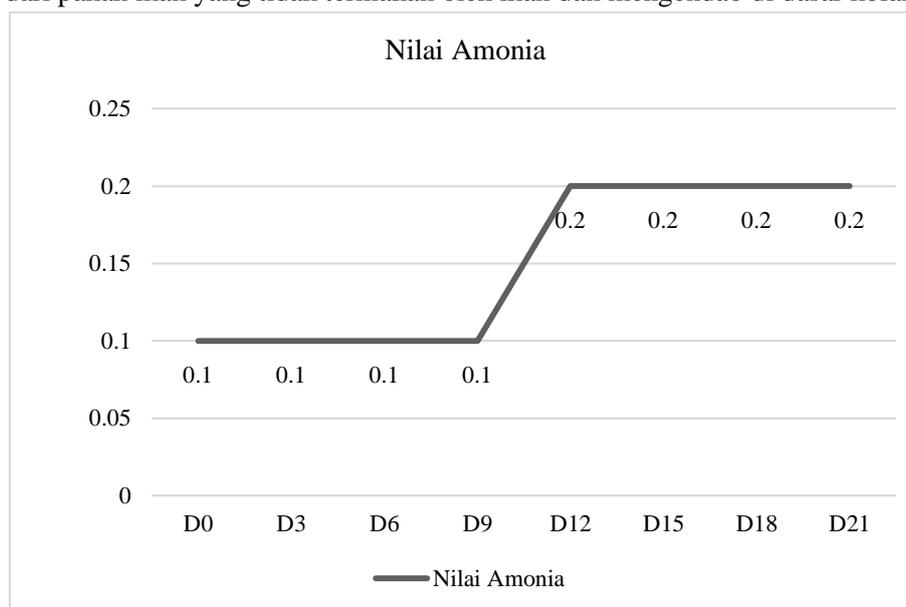
3.4 Amonia

Berdasarkan data hasil pengamatan terlihat rata – rata ammonia di kolam pendederan benih ikan karper (*Cyprinus carpio L.*) tergolong baik dan sesuai dengan baku mutu kualitas air perikanan air tawar. Amonia NH_4 bersifat non toksik, tetapi yang terbentuk tak terionisasi (NH_3) bersifat toksik (Kordi dan Tancung *et al.*, 2007). Menurut Fajriyani *et al.*, (2021), kadar NH_3 atau amonia yang baik untuk perikanan budidaya air tawar memiliki angka dibawah 0,5 mg/L.

Tabel 4
Nilai Pengamatan Parameter amonia

Hari	Nilai Amonia				Rata - Rata	Standar Optimal
	08.00	14.00	20.00	02.00		
0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
12	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	< 0,5
15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
21	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Rata - Rata	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	

Amonia pada siang dan malam hari relatif rendah dan sama. Pada penelitian ini, kadar amonia masih tergolong optimal dengan adanya peningkatan hanya mencapai 0,2 mg/L. Menurut Dauhan *et al.*, (2014), amonia yang ada di perairan berasal dari sisa metabolisme ikan terlarut dalam air, feses ikan, serta dari pakan ikan yang tidak termakan oleh ikan dan mengendao di dasar kolam.

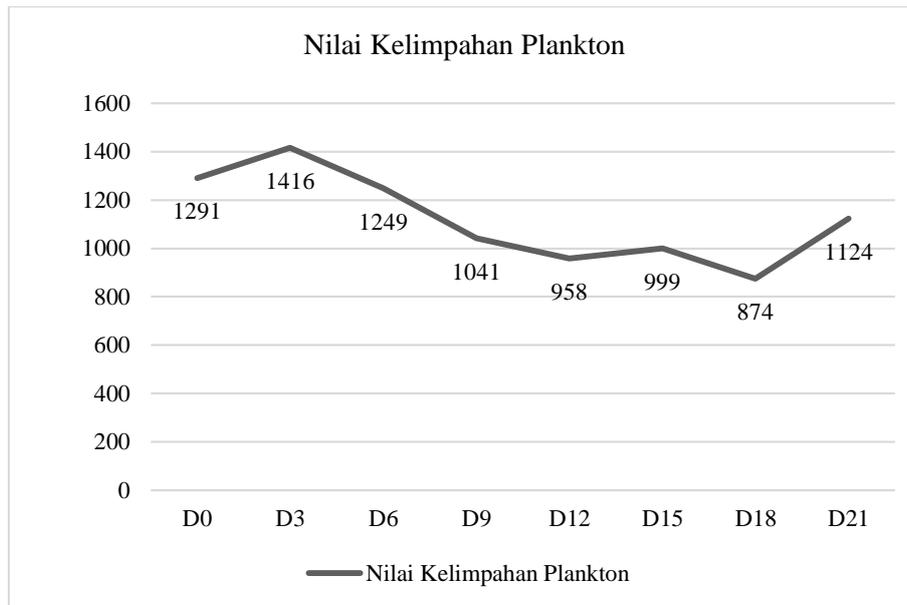


Gambar 4
Grafik fluktuasi rata-rata amonia harian dari hari ke-0 sampai ke-21 pengamatan

3.5 Kelimpahan Fitoplankton

Berdasarkan data hasil pengamatan terlihat jumlah kelimpahan plankton di kolam pendederan benih ikan karper (*Cyprinus carpio L.*) tergolong baik. Ketersediaan plankton diduga akibat adanya

langkah – langkah prosedur saat persiapan kolam seperti pemupukan kolam sehingga tumbuh mikroorganisme sebagai makanan alami benih ikan.



Gambar 2

Grafik fluktuasi rata-rata kecerahan harian dari hari ke-0 sampai ke-21 pengamatan

Berdasarkan hasil pengamatan, rata – rata kelimpahan fitoplankton dalam 21 hari pengamatan mencapai angka 1.119 sel/L. Angka tersebut menunjukkan tersedianya sumber makanan alami bagi benih ikan karper (*Cyprinus carpio L.*) untuk bertahan hidup. Pada hari ke 12 hingga 18, terjadi penurunan yang cukup drastis yang diduga diakibatkan adanya kondisi air ekstrem kolam ikan sehingga fitoplankton mati dan mengambang di permukaan kolam ikan. Fluktuasi yang terjadi tidak terlalu mempengaruhi kondisi ikan karena jumlah mikroorganisme masih cukup banyak.

3.6 Hubungan antar variabel

Menurut Li & Liu *et al.*, (2018), Suhu dapat mempengaruhi nilai pH. Berdasarkan hasil pengamatan, hubungan suhu dengan pH yaitu memiliki hubungan positif. Menurut Dewi *et al.*, (2019), meningkatnya suhu maka nilai pH juga bertambah meskipun tidak begitu signifikan. Hal tersebut juga dibuktikan pada pengamatan penelitian ini yang dimana suhu pada hari ke 6 yaitu 27,7°C dan juga ke 15 yaitu 28,9°C mengalami peningkatan dibanding hari sebelumnya. Hal tersebut seiring dengan meningkatnya pH air kolam pada hari tersebut meskipun hubungan atau korelasinya tidak terlalu signifikan.

Menurut Suhendar *et al.*, (2020), kecerahan atau kekeruhan berkaitan erat dengan perubahan suhu dan keberlangsungan hidup mikroorganisme khususnya fitoplankton. Intensitas cahaya merupakan faktor utama bagi fitoplankton dalam melakukan proses fotosintesis, sehingga intensitas cahaya menjadi faktor pembatas terhadap perkembangbiakan fitoplankton. Akan tetapi, pada penelitian ini terdapat nilai korelasi yang rendah antara kecerahan dan kelimpahan plankton yang dimana pada hari ke 15 terdapat penurunan kelimpahan plankton yang tidak seiring dengan meningkatnya nilai kecerahan. Selanjutnya, korelasi antara suhu dan kecerahan dapat dilihat pada hari 12 yang dimana suhu perairan mengalami penurunan yang signifikan dan diiringi dengan menurunnya tingkat kecerahan air. Hal tersebut diduga karena adanya partikel yang menghalangi

penyinaran matahari kedalam air sehingga suhu menjadi rendah. Hal tersebut diduga akibat penetrasi cahaya seringkali dihalangi oleh zat dan juga lumpur yang terlarut dalam air (Zainuri *et al.*, 2022).

Derajat keasaman atau biasa disebut pH memiliki korelasi positif terhadap kadar amoniak pada suatu perairan. Menurut Merian *et al.*, (2016), meningkatnya kadar pH maka akan meningkatkan konsentrasi amonia pada suatu perairan. Hal tersebut dibuktikan pada hasil pengamatan di lokasi penelitian yang dimana meningkatnya rata – rata tingkat derajat keasaman atau pH juga seiring dengan meningkatnya kadar amonia di dalam air meski tidak terlalu signifikan.

Menurut Dauhan *et al.*, (2014), Amonia yang ada di perairan berasal dari sisa metabolisme ikan, feses ikan, serta makanan ikan yang tidak termakan dan mengendap didasar perairan. Konsentrasi amonia berkorelasi positif terhadap derajat keasaman (pH) dan suhu yang berarti konsentrasi amonia akan meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu (Merian *et al.*, 2016). Hal tersebut dibuktikan pada meningkatnya rata-rata pH juga diiringi dengan meningkatnya kadar amonia dalam air meski tidak signifikan. Namun berdasarkan hasil pengamatan, hubungan amonia dan suhu tidak dapat dibuktikan karena suhu di lokasi penelitian mengalami fluktuasi akibat faktor geografis dan juga cuaca yang tidak menentu. Nilai amonia yang rendah diduga akibat adanya penerapan filtrasi tanaman air eceng gondong. Menurut Dauhan *et al.*, (2014), penerapan tanaman air khususnya kangkong ataupun tanaman filtrasi lainnya dapat menurunkan kadar amonia. Selain itu, nilai amonia yang rendah diduga akibat pihak pengelola belum menerapkan sistem pakan eksternal seperti pelet dan sebagainya sehingga mengurangi sisa pakan penyebab munculnya amonia.

Menurut Pratiwi *et al.*, (2015), kelimpahan plankton memiliki korelasi terhadap beberapa parameter kualitas air seperti juga kecerahan. Setiap kenaikan satu satuan kecerahan maka fitoplankton akan mengalami penurunan. Hal tersebut dibuktikan pada penelitian ini pada hari ke 18 yang dimana terdapat peningkatan nilai kecerahan hingga 45 cm seiring dengan menurunnya kadar kelimpahan plankton hingga 874 sel/L. Hal tersebut diduga akibat adanya cuaca yang kurang mendukung sehingga mengurangi jumlah fitoplankton didalam air sehingga pancaran cahaya tidak terhalang oleh fitoplankton.

3.7 Pertumbuhan Mutlak

Berdasarkan hasil penelitian benih ikan karper (*Cyprinus carpio L.*), dari 10 ekor sampel larva ikan dan juga benih ikan yang dipanen, ditemukan rata – rata panjang 1 cm untuk larva ikan yang akan ditebar dan panjang benih ikan yang sudah dipanen pada minggu ketiga memiliki rata – rata 2.4 cm. Dengan demikian, nilai pertumbuhan mutlak berdasarkan rumus (Efendi *et al.*, 1997) yaitu 1,4 cm.

3.8 Pertumbuhan Mutlak

Berdasarkan hasil pengamatan pada saat penelitian, padat tebar atau jumlah benih ikan yang ditebar pada saat awal pemeliharaan sejumlah 30.000 ekor atau sekitar 93 ekor / meter. Adapun jumlah ikan yang berhasil di panen yaitu berjumlah 28.000 ekor. Dengan demikian nilai kelulushidupan ikan berdasarkan rumus SR yaitu sebesar 93%. Adanya kematian ikan diduga akibat adanya gangguan hama, kondisi ekstrem air dan juga adanya benih ikan yang tertinggal didalam kolam saat proses panen.

3.9 Hama

Terdapat 5 hama yang paling dominan pada kolam pendederan benih ikan karper (*Cyprinus carpio L.*) antara lain kini-kini, bebeasan, yuyu, keong mas dan kumbang air. Hama – hama tersebut merupakan hama yang paling sering dijumpai terutama pada sistem kultur atau budidaya terbuka

dengan sistem semi tradisional. Umumnya hama – hama tersebut berasal dari area persawahan yang tidak jauh dengan kolam budidaya, distribusinya bisa berasal dari sumber air ataupun melalui daratan langsung.

Tabel 5
Hama yang terdapat di lokasi

No	Nama Hama	Status
1	Kini – Kini (Larva Capung <i>Odonanta</i>)	Predator
2	Bebeasan (<i>Notonecta sp</i>)	Predator
3	Yuyu (<i>Saesarma sp</i>)	Kompetitor
4	Keong Mas	Kompetitor
5	Kumbang Air	Predator

4. Kesimpulan

Diketahui bahwa kolam pendederan benih ikan karper memiliki kondisi yang kurang baik dengan suhu rata – rata yaitu 27,7°C, rata – rata nilai kecerahan yaitu 36,7 cm, rata – rata nilai pH yaitu 7,2, rata – rata nilai amonia yaitu 0,15 dan rata – rata nilai kelimpahan plankton sebesar 1.119 sel/L.

Terdapat fluktuasi yang terjadi pada variabel kualitas air kolam pendederan benih ikan karper di lokasi penelitian. Mulai dari suhu yang memiliki kisaran 26,1°-29,4°C dengan fluktuasi harian pada pukul 08.00, 20.00 dan 02.00 didominasi dengan suhu relative rendah serta berbanding terbalik pada pukul 14.00 yang cenderung suhu yang lebih tinggi. Lalu tingkat kecerahan dengan kisaran 32-47 cm dengan fluktuasi harian yang relatif sama baik pada pukul 08.00 maupun 14.00. Lalu pada tingkat derajat keasaman berkisar antara 7,4 - 8,9 dengan fluktuasi harian pada pukul 14.00 relatif lebih tinggi dibandingkan pada waktu lainnya. Lalu pada tingkat amonia berkisar antara 0,1 – 0,2 mg/L yang dimana amonia tidak mengalami fluktuasi yang signifikan. Dan yang terakhir yaitu kelimpahan plankton yang berkisar antara 874 – 1429 sel/L.

Terdapat korelasi antar variabel atau parameter kualitas air yang teramati. Korelasi dibuktikan antara suhu yang memiliki hubungan dengan variabel pH, kecerahan yang memiliki hubungan dengan suhu, pH memiliki hubungan terhadap amonia, amonia yang memiliki hubungan terhadap pH dan suhu serta kelimpahan pelankton yang memiliki hubungan terhadap kecerahan.

Referensi

- Azhari, D., (2018). Kajian Kualitas Air Dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Dibudidayakan Dengan Sistem Akuaponik. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3 (2) : 84 - 90.
- Dauhan, R. E. S., & Efendi, E. (2014). Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *E-Jurnal rekayasa dan teknologi budidaya perairan*, 3(1), 297-302.
- Dewi, L., & Della Pavita, K. (2019). Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Surabaya dengan Menggunakan Metode Neraca Massa. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5(3), 273-280.
- Fajriyani, F., & Bayu, B. (2021). Analisis Kadar Amonia Pada Media Pemijahan Ikan Tiger (*Datnioides microlepis*). *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 19(1), 39-42.
- Kordi, M. G. H., & Tancung, A. B. (2007). *Pengelolaan kualitas air*. PT Rineka Cipta, Jakarta, 238.
- Li, C., Li, A., Liu, S., Wang, T., & Gong, J. (2018). WO₃ photoanodes with controllable bulk and surface oxygen vacancies for photoelectrochemical water oxidation. *Journal of materials chemistry*, 6(8).
- Mas'ud, (2014). Pengaruh Kualitas Air Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis sp.*) di Kolam Beton dan Terpal. *Groupier Faperik*.
- Merian, R. D., Mubarak, M., & Sutikno, S. (2016). Analisis Kualitas Perairan Muara Sungai Dumai ditinjau dari Aspek Fisika, Kimia dan Biologi. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 3(2): 107-112.

- Mukti, A. T., M. Arief dan W. H. Satyantini. (2015). Dasar-Dasar Akuakultur. Universitas Airlangga. Surabaya
- Mulqan, M., Rahimi, E., Afdhal, S., & Dewiyanti, I. (2017). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*) pada sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda (Doctoral dissertation, Syiah Kuala University).
- Oktafiansyah, A. (2015). Analisa Kesesuaian Kualitas Air Di Sungai Landak Untuk Mengetahui Lokasi Yang Optimal Untuk Budidaya Perikanan (Doctoral dissertation).
- Pratiwi, E. D., Koenawan, C. J., & Zulfikar, D. A. (2015). Hubungan kelimpahan plankton terhadap kualitas air di perairan malang rapat kabupaten bintang provinsi kepulauan riau. Jurnal Fakultas Ilmu Kelautan. FKIP UMRAH.
- Sanjaya, R. E., & Iriani, R. (2018). Kualitas Air Sungai Di Desa Tanipah (Gambut Pantai), Kalimantan Selatan. Biolink (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan), 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.31289/biolink.v5i1.1583>
- Sinurat, T. G. (2021). Keanekaragaman Plankton di Perairan Sei Nipah, Desa Sei Nagalawan, Kecamatan Perbaungan (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Suhendar, D. T., Sachoemar, S. I., & Zaidy, A. B. (2020). Hubungan Kekeruhan Terhadap Suspended Particulated Matter (Spm) Dan Klorofil Dalam Tambak Udang. JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research), 4(3), 332-338.
- Sumardiono, A., Rahmat, S., Alimudin, E., & Ilahi, N. A. (2020). Sistem Kontrol-Monitoring Suhu dan Kadar Oksigen pada Kolam Budidaya Ikan Lele. JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), 5(2), 231.
- Zainuri, M., Indriyawati, N., Syarifah, W., & Fitriyah, A. (2023). Korelasi Intensitas Cahaya Dan Suhu Terhadap Kelimpahan Fitoplankton Di Perairan Estuari Ujung Piring Bangkalan. Buletin Oseanografi Marina, 12(1), 20-26.