

Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada Padat Tebar Berbeda

Analysis of Water Quality and its Relationship with Growth of Sangkuriang Catfish (*Clarias gariepinus*) at Different Stocking Densities

Ni Putu Dian Kusuma^{*}, Sartika Tangguda, Juniar Regina Lau

^{*}) Email korespondensi: ni.kusuma@kkp.go.id

Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang,
Jl. Kampung Baru, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85351

ABSTRAK

Ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) merupakan ikan konsumsi yang banyak dibudidayakan karena tingginya permintaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara parameter kualitas air berupa suhu, pH, dan kecerahan air dengan pertumbuhan ikan lele. Selain itu untuk menganalisis padat tebar yang berbeda terhadap pertumbuhan ikan lele. Penelitian dilakukan di PT. Omah Lele Catfish Farm pada bulan Maret hingga Mei 2023. Perlakuan terdiri dari kolam A dengan padat tebar 740 ekor/m³ dan kolam B dengan padat tebar 864 ekor/m³. Data pertumbuhan seperti panjang, *average body weight* (ABW) dan *average daily growth* (ADG) dianalisis dengan menggunakan uji-T dan hubungan antara kualitas air dengan pertumbuhan dilakukan analisis regresi. Interaksi antara suhu dan pertumbuhan ikan lele menunjukkan hubungan yang negatif/lemah, sedangkan interaksi antara pH dan kecerahan air terhadap pertumbuhan ikan lele didominasi oleh positif/kuat. Variasi padat tebar 740 ekor/m³ menunjukkan pertumbuhan panjang dan berat yang lebih baik dibandingkan dengan padat tebar yang lebih tinggi, yaitu 864 ekor/m³.

Kata kunci: kualitas air; interaksi; lele sangkuriang; padat tebar.

ABSTRACT

Due to high demand, Sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*) is a widely cultivated consumption fish. This study aimed to analyze the relationship between water quality parameters such as temperature, pH, and water brightness with catfish growth. In addition, different stocking densities on catfish growth should be analyzed. The research was conducted at Omah Lele Catfish Farm from March to May 2023. The treatments consisted of Pond A, with a stocking density of 740 fish/m³, and Pond B, with a stocking density of 864 fish/m³. Growth data such as length, average body weight (ABW), and average daily growth (ADG) were analyzed using a T-test, and the relationship between water quality and growth was regression analysis. The interaction between temperature and catfish growth showed a negative/weak relationship, while the interaction between pH and water brightness on catfish growth was dominated by positive/strong. The stocking density variation of 740 fish/m³ showed better length and weight growth compared to the higher stocking density of 864 fish/m³.

Keywords: water quality; interaction, Sangkuriang catfish; stocking density.

I. PENDAHULUAN

Budidaya ikan lele merupakan salah satu jenis usaha budidaya perikanan tawar yang semakin berkembang selain ikan Nila, Gurami, Mas dan Sidat (Kusuma *et al.*, 2018; Saragihet *et al.*, 2021; Kusuma *et al.*, 2021; Kusuma *et al.*, 2021; Kusuma *et al.*, 2022).

Budidaya ikan ini berkembang pesat karena teknologi budidaya yang relatif mudah dikuasai oleh masyarakat, dan harganya terjangkau oleh semua kalangan (Yunus *et al.*, 2014). Penelitian tentang sistem budidaya ikan lele telah banyak dilakukan, juga terkait pakan dan padat tebar. Padat penebaran merupakan faktor penting yang mempengaruhi produktivitas dan pertumbuhan ikan. Faktor ini menentukan produksi ikan dan profitabilitas budidaya karena berpengaruh langsung pada kelangsungan hidup ikan, pertumbuhan, perilaku, kesehatan, kualitas air, dan pakan (Oké & Goosen, 2019; Ukat *et al.*, 2023).

Padat tebar berpengaruh positif dan negatif pada pertumbuhan beberapa spesies ikan (Limbu *et al.*, 2015). Pada sistem budidaya intensif, peningkatan padat tebar adalah salah satu cara untuk mengoptimalkan produksi ikan (Hermawan *et al.*, 2014; Green & McEntire, 2017; Soedibya *et al.*, 2017; Fanani *et al.*, 2018). Namun, padat tebar yang tinggi dianggap sebagai penyebab stres pada ikan budidaya (Wu *et al.*, 2018). Peningkatan padat tebar juga mempengaruhi perilaku, fungsi imun (Liswahyuni *et al.*, 2021; Nurdini *et al.*, 2023), fungsi darah (Ajani *et al.*, 2015), pertumbuhan (Fauji *et al.*, 2018; Ginting *et al.*, 2022), produksi dalam kolam (Bosworth *et al.*, 2015; Shoko *et al.*, 2016), tingkat kelangsungan hidup (Afifi, 2014; Difinubun *et al.*, 2023), pemanfaatan pakan (Kareem & Olanrewaju, 2015; Ofor *et al.*, 2015), serta interaksi yang agresif dan sifat kanibalisme (Rahmadiyah *et al.*, 2018; Baßmann *et al.*, 2020; Wenzel *et al.*, 2022). Ikan yang dibudidayakan dengan padat tebar yang tinggi selama periode budidaya dapat menyebabkan penurunan kualitas daging (Refaey *et al.*, 2018), dan sumber stres (Abou *et al.*, 2016).

Menurut Refaey *et al.*, (2018), padat tebar yang tidak tepat akan menyebabkan persaingan makanan dan ruang gerak diantara populasi sehingga mempengaruhi nafsu makan ikan, fisiologis, dan metabolisme. Dipaparkan oleh Sihite *et al.*, (2020), hasil metabolisme ikan berasal dari katabolisme protein pada pakan, lalu dikeluarkan dalam bentuk urea dan amoniak yang berbahaya bagi ikan. Jika kondisi padat tebar ikan terlalu tinggi, pakan yang diberikan akan semakin banyak sehingga bahan organik (sisa pakan dan feses) di dalam kolam akan semakin tinggi dan berpengaruh buruk pada kualitas air. Hal ini mendorong dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menganalisis hubungan antara parameter kualitas air suhu, pH, dan kecerahan air dengan pertumbuhan ikan lele, serta menganalisis padat tebar yang berbeda terhadap pertumbuhan ikan lele.

II. METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada tanggal 27 Maret–23 Mei 2023 di PT. Omah Lele Catfish Farm Bantul, Yogyakarta.

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah kolam bundar dilapisi terpal High Density Polyethylene (HDPE) berdiameter 4 m, sikat, timbangan, penggaris, serok,

baskom, termometer, pH meter, dan secchi disk. Bahan yang digunakan yaitu benih ikan lele, air, dan pakan.

3. Metode Pengambilan Sampel

Benih ikan lele yang digunakan berasal dari hatchery PT. Omah Lele Catfish Farm I yang telah memperoleh sertifikat Cara Pembenihan Ikan yang Baik (CPIB) dengan ukuran benih 11–11,5 cm. Kondisi benih sehat dan berukuran seragam.

4. Prosedur Penelitian

a. Persiapan Wadah

Dua buah wadah pemeliharaan berupa kolam bundar disikat dan dibersihkan dari sisa kotoran dari pemeliharaan sebelumnya. Kemudian dilakukan pembilasan dengan air bersih, lalu dikeringkan selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan pengisian air.

b. Pemeliharaan

Benih ikan lele ditebar pada kedua kolam dengan padat tebar 740 ekor/m³ pada kolam A dan 864 ekor/m³ pada kolam B. Pemberian pakan pada kolam A dan kolam B dilakukan dengan perlakuan yang sama yaitu 2 kali sehari yaitu pukul 08.00 dan 16.00 WIB dengan *feeding rate* DOC 1–28 sebanyak 5% dan DOC 29–50 sebanyak 4% dari biomassa ikan.

c. Pengamatan Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, dan kecerahan air yang dilakukan sebanyak dua kali sehari. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer. Pengukuran pH dilakukan pH meter, sedangkan kecerahan air diukur dengan menggunakan secchi disk.

d. Pengamatan Pertumbuhan

Pengamatan pertumbuhan dilakukan seminggu sekali. Proses sampling dilakukan dengan mengambil sampel ikan sebanyak 10 ekor. Setelah itu sampel ditimbang dan diukur panjang dan beratnya. Panjang mutlak dan *average body weight* (ABW) dihitung dengan menggunakan rumus (Haliyani, 2020). *Average daily growth* (ADG) dihitung dengan menggunakan rumus (Effendi, 2002 dalam Tenga *et al.*, 2023). Parameter kualitas air dan pertumbuhan dianalisis dengan regresi linear sederhana untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apabila variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan, dimana Y = variabel kriterium, X = variabel prediktor, a = variabel konstan dan b = koefisien arah regresi linier. Analisis regresi sederhana dihitung dengan menggunakan rumus (Juanda, 2009).

Panjang = Panjang Akhir (cm) – Panjang Awal (cm)

ABW = Bobot Sampel (gr)/Jumlah Sampel (ekor)

ADG = ABW Akhir (gr) – ABW Awal (gr)/Waktu Pemeliharaan (hari)

$Y = a + bX$

5. Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif yaitu menyajikan data sesuai dengan informasi yang diperoleh di lapangan. Analisis deskriptif diperoleh dengan

mengukur suhu, pH, dan kecerahan air dan menghitung pertumbuhan panjang, *average body weight* (ABW), dan *average daily growth* (ADG).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Parameter Kualitas Air

Kisaran suhu tidak berbeda secara signifikan pada kedua perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan padat tebar tidak memengaruhi suhu kolam. Suhu selama penelitian relatif stabil yaitu pada kolam A yaitu $28,82 \pm 1,17$ °C dan pada kolam B yaitu $28,93 \pm 1,08$ °C. Pengukuran suhu dilakukan pada pagi dan sore hari. Berdasarkan hasil pengukuran, suhu pada kedua kolam tidak terlalu rendah atau terlalu tinggi yang berarti masih berada dalam kisaran optimal. Hal ini sesuai dengan aturan pada SNI (2000), bahwa suhu optimal untuk budidaya ikan lele sangkuriang adalah 22–34 °C.

Nilai pH menggambarkan kemampuan badan air untuk membentuk garam anorganik. Pertumbuhan ikan terhambat bila pH tidak sesuai dengan kebutuhan organisme budidaya. Nilai pH yang diperoleh selama penelitian yaitu pada kolam A berkisar antara 7,1–7,3 dan pada kolam B berkisar antara 7,1–7,2. Nilai ini sesuai dengan SNI (2000), bahwa pH optimum untuk pembesaran ikan lele berkisar antara 6,5–8.

Nilai kecerahan yang diperoleh selama melaksanakan penelitian pada kolam A berkisar antara 28–52 cm dan pada kolam B berkisar antara 26–47 cm. Hal ini sesuai dengan SNI (2000), bahwa kecerahan optimum untuk pembesaran ikan lele berkisar antara 25–30 cm. Penurunan kecerahan air pada kolam B seiring dengan peningkatan padat tebar, sehingga terjadi peningkatan pertumbuhan biologis yang disebabkan oleh peningkatan pelepasan bahan organik (limbah pakan dan feses).

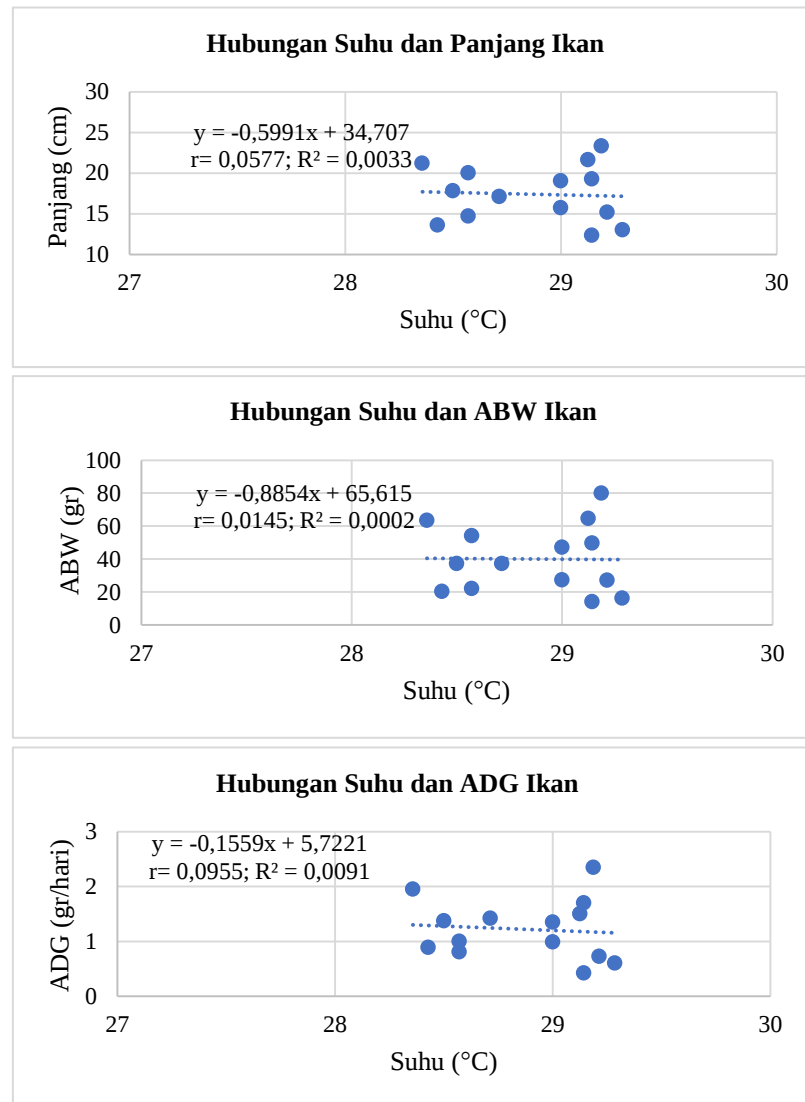
2. Hubungan antara Padat Tebar dan Pertumbuhan

Pertambahan panjang ikan di kolam A dan B berturut-turut adalah $12,95 \pm 4,55$ cm dan $11,10 \pm 3,70$ cm. Pertambahan berat ikan pada kolam A dan B berturut-turut adalah $77,64 \pm 27,41$ gr dan $59,20 \pm 20,42$ gr. Terlihat bahwa pertumbuhan panjang dan berat ikan tertinggi diperoleh pada kolam A dengan padat tebar 740 ekor/m³ yang lebih rendah dibandingkan dengan kolam B yaitu 864 ekor/m³. Hal ini disebabkan karena ikan yang dipelihara dengan padat tebar rendah memperoleh oksigen terlarut, ruang gerak, dan pakan yang optimal bagi pertumbuhannya. Sesuai dengan pendapat Harahapet *al.*, (2023), bahwa padat tebar yang rendah menyebabkan ikan mempunyai ruang gerak yang cukup dan memadai untuk menunjang pertumbuhan. Laju pertumbuhan harian tertinggi diperoleh pada padat tebar 250 ekor/m³ dan terendah pada padat tebar 750 ekor/m³. Padat tebar yang tinggi dapat mengakibatkan ikan menjadi stres karena tingginya persaingan dalam memperoleh pakan dan kebutuhan oksigen terlarut. (Wijaya, 2015).

Penelitian Harianty (2018), menunjukkan padat tebar yang tidak sesuai akan menyebabkan terjadinya persaingan oksigen terlarut sehingga mudah stres dan pertumbuhan ikan menjadi terhambat. Ditambahkan oleh Ratulangi *et al.*, (2022), bahwa jika padat tebar tinggi, ruang gerak bagi ikan akan semakin berkurang sehingga mengurangi aktivitas ikan dalam memperoleh makanan.

3. Hubungan antara Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan

Dinamika kualitas air tidak bervariasi signifikan antara kolam A dan B. Hasil analisis regresi menunjukkan suhu, pH, dan kecerahan secara bersamaan memengaruhi variabel panjang dan berat ikan lele yang dibudidayakan pada kolam dengan padat tebar yang berbeda. Hal ini seperti yang terjadi pada penelitian Suraya *et al.*, (2021), bahwa kualitas air secara parsial dapat mempengaruhi kondisi panjang dan berat ikan lele.

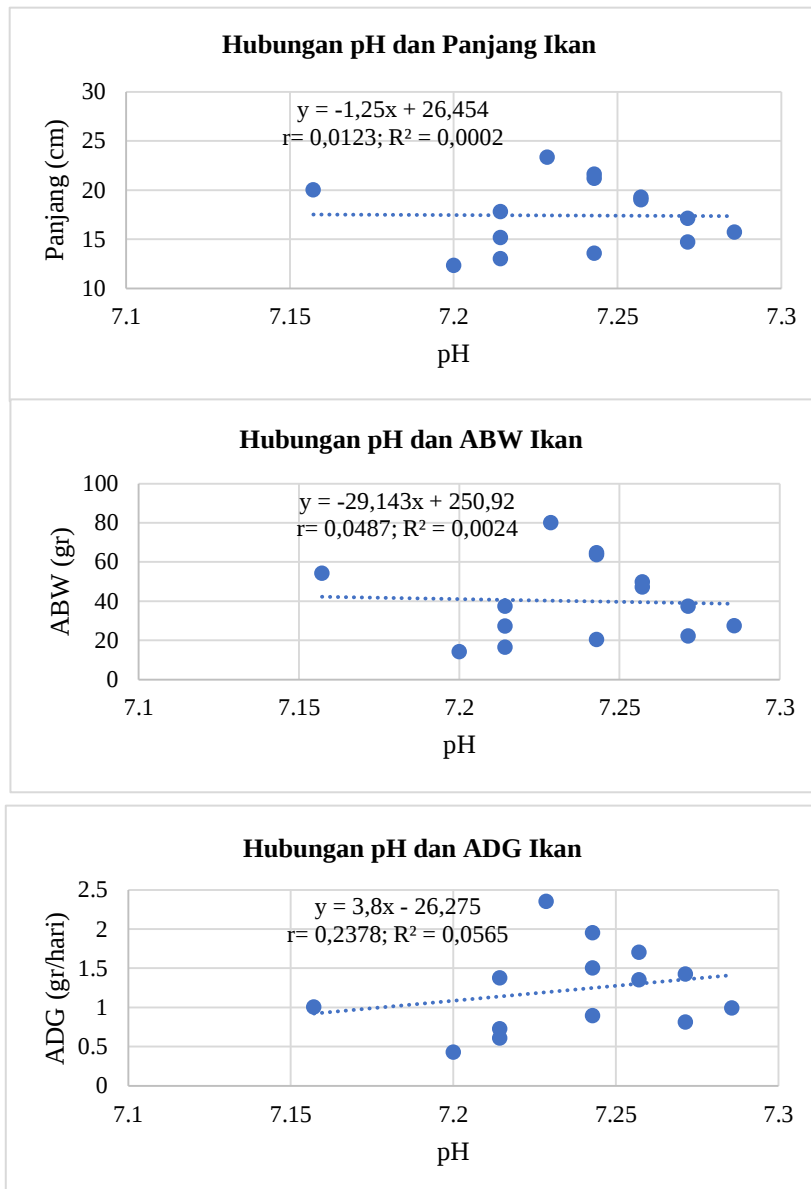


Gambar 1. Grafik regresi suhu terhadap Panjang, *average body weight* (ABW) dan *average daily growth* (ADG) ikan

Proses pertumbuhan, metabolisme, produktivitas serta kelangsungan hidup ikan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor fisik seperti kualitas air. Kualitas air menjadi faktor pembatas bagi jenis-jenis biota yang hidup di perairan. Pertumbuhan adalah perubahan bentuk karena bertambahnya panjang, berat dan volume individu selama periode waktu tertentu, serta faktor yang memengaruhinya dapat bersifat internal maupun eksternal. Faktor internal meliputi umur, genetik, dan jenis kelamin, sedangkan faktor eksternal meliputi suhu, pakan, penyakit dan media budidaya.

Kekuatan hubungan antara kualitas air dan pertumbuhan ikan lele meliputi panjang, ABW dan ADG dapat diukur dengan koefisien korelasi (r). Besarnya koefisien korelasi berkisar antara +1 sampai dengan -1 ($-1 \leq r \leq 1$). Jika koefisien korelasi bernilai positif berarti variabel bebas kualitas air (variabel independen) dan variabel terikat pertumbuhan (variabel dependen) mempunyai hubungan searah. Bila variabel kualitas air naik, maka variabel pertumbuhan benih ikan lele juga akan naik. Sebaliknya, jika koefisien korelasi negatif, maka variabel kualitas air dan variabel pertumbuhan terbalik. Artinya jika variabel kualitas air naik maka variabel pertumbuhan ikan akan turun.

4. Pengaruh suhu terhadap Panjang, ABW dan ADG ikan Lele



Gambar 2. Grafik regresi pH terhadap Panjang, *average body weight* (ABW) dan *average daily growth* (ADG) ikan

Hasil analisis koefisien korelasi suhu (variabel independen) dan panjang ikan (variabel dependen) lele sangkuriang menunjukkan nilai $r = 0,0577$ yang artinya tidak ada

korelasi atau sangat lemah hubungan antara suhu dan panjang ikan. Gambar 1 menunjukkan saat suhu air tinggi, panjang ikan tidak bertambah. Koefisien korelasi bernilai negatif atau tidak ada korelasi yang kuat sehingga tidak menunjukkan adanya hubungan linear. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0033 (0,33%) yang berarti pertambahan panjang ikan sebesar 0,33% dipengaruhi oleh suhu air dan sisanya 99,67% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diteliti di luar dari persamaan regresi seperti faktor genetik, makanan, dan kualitas lingkungan perairan. Persamaan regresi untuk variabel suhu dan panjang ikan lele adalah $y = -0,5991x + 34,707$ dengan koefisien regresi (b) sebesar -0,5991.

Hasil analisis koefisien korelasi suhu dan ABW dan ADG ikan menunjukkan nilai $r = 0,0145$ dan $r = 0,0955$ yang berarti tidak ada korelasi atau sangat lemahnya hubungan antara suhu dan ABW ikan. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0002 (0,02%) dan 0,0091 (0,91%) yang berarti pertambahan ABW ikan sebesar 0,02% dipengaruhi oleh suhu air dan sisanya 99,98% dipengaruhi faktor lain dan ADG ikan 0,91% dipengaruhi oleh 99,09% dipengaruhi variabel lain yang tidak diteliti di luar dari persamaan regresi seperti faktor genetik, makanan, dan kualitas lingkungan perairan. Setiap suhu naik 1°C, ABW dan ADG ikan akan tetap atau tidak terjadi penambahan nilai.

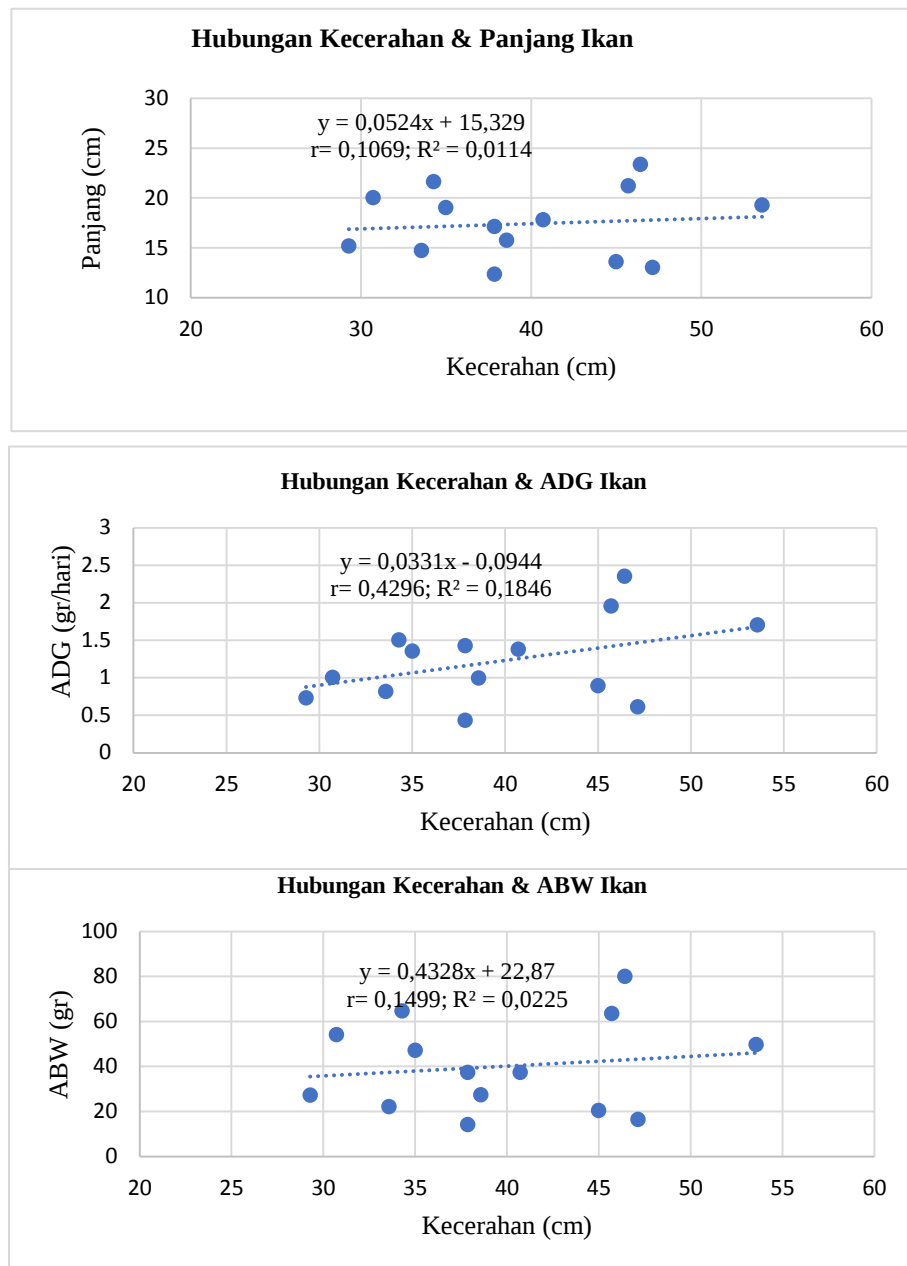
5. Hubungan pH terhadap Panjang, ABW dan ADG ikan Lele

Hasil analisis koefisien korelasi pH (variabel independen) dan panjang, ABW, dan ADG ikan (variabel dependen) lele sangkuriang ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai masing-masing $r = 0,0123$, $r = 0,0487$, dan $r = 0,2378$ menunjukkan tidak ada korelasi atau sangat lemah hubungan antara pH dengan panjang, ABW, dan ADG ikan. Grafik menunjukkan saat pH air tinggi, panjang ikan tidak bertambah. Koefisien korelasi bernilai negatif atau tidak ada korelasi yang kuat sehingga tidak menunjukkan adanya hubungan linear. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0002 (0,02%) yang berarti pertambahan panjang ikan sebesar 0,02% dipengaruhi oleh pH air dan sisanya 99,98% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diteliti di luar. Begitupula dengan ABW dan ADG ikan dengan pH mempunyai nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0024 (2,24%) dan 0,0565 (5,65%) yang berarti peningkatan ABW ikan sebesar 2,24% dan ADG sebesar 5,65% dipengaruhi oleh pH air dan sisanya 97,76% dan 94,35% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diteliti di luar dari persamaan regresi seperti faktor genetik, makanan, dan kualitas lingkungan perairan.

6. Hubungan kecerahan terhadap Panjang, ABW dan ADG ikan Lele

Hasil analisis koefisien korelasi kecerahan (variabel independen) dan panjang ikan (variabel dependen) pada Gambar 3 menunjukkan nilai $r = 0,1069$. Hal ini artinya tidak ada korelasi atau sangat lemah hubungan antara kecerahan dan panjang ikan. Demikian juga parameter ABW dan ADG. Gambar 3 menunjukkan saat kecerahan air tinggi, panjang ikan sedikit bertambah. Koefisien korelasi bernilai rendah positif atau korelasi yang sangat lemah, sehingga menunjukkan adanya hubungan linear dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0114 (1,14%) untuk panjang ikan, 0,0225 (2,25%) untuk ABW, dan sebesar 0,1846 (1,85%) untuk ADG ikan lele. Ini berarti berarti pertambahan panjang ikan, ABW, dan ADG sebesar kurang dari 5% dipengaruhi oleh kecerahan air dan sisanya dipengaruhi

oleh variabel lain yang tidak diteliti di luar dari persamaan regresi seperti faktor genetik, makanan, dan kualitas lingkungan perairan.



Gambar 3. Hubungan kecerahan terhadap Panjang, *average body weight* (ABW) dan *average daily growth* (ADG) ikan

IV. KESIMPULAN

Interaksi antara suhu dan pertumbuhan ikan lele menunjukkan hubungan yang negatif/lemah, sedangkan interaksi antara pH dan kecerahan air terhadap pertumbuhan ikan lele didominasi oleh positif/kuat. Variasi padat tebar 740 ekor/m³ menunjukkan pertumbuhan panjang dan berat yang lebih baik dibandingkan dengan padat tebar yang lebih tinggi, yaitu 864 ekor/m³.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Omah Lele Catfish Farm Bantul, Yogyakarta yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

VI. REFERENSI

- Abou, Y., Oké, V., Odountan, H. O. (2016). Effects of Stocking Density on Growth, Production and Farming Profitability of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Fed Chicken Viscera-Diet in Earthen Ponds. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 9(6), 404–414. <https://doi.org/10.12692/ijb/9.6.404-414>.
- Afifi, I. M. (2014). *Pemanfaatan Bioflok pada Budidaya Ikan Lele Dumbo (Clarias sp.) dengan Padat Tebar Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan dan Survival Rate (SR)*. In Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya. Pp. 65.
- Ajani, E. K., Setufe, S. B., Oyebola, O. O. (2015). Effects of Stocking Density on Haematological Functions of Juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*) Fed Varying Crude Protein Levels. *African Journal of Food Science*, 9 (2), 65–69. <https://doi.org/10.5897/ajfs11.002>.
- Baßmann, B., Harbach, H., Weißbach, S., Palm, H. W. (2020). Effect of Plant Density in Coupled Aquaponics on the Welfare Status of African Catfish, *Clarias gariepinus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51 (1), 183–199. <https://doi.org/10.1111/jwas.12574>.
- Bosworth, B., Ott, B., Torrains, L. (2015). Effects of Stocking Density on Production Traits of Channel Catfish × Blue Catfish Hybrids. *North American Journal of Aquaculture*, 77 (4), 437–443. <https://doi.org/10.1080/15222055.2015.1024363>.
- Difinubun, M. I., Rahman, A. A., Tumembouw, S. S. (2023). Pengaruh Padat Tebar yang Berbeda Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*). *e-Journal Budidaya Perairan*, 11(2), 161–174.
- Effendi, M. I. (2002). *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Fanani, A. N., Rahardja, B. S., Prayogo. (2018). Efek Padat Tebar Ikan Lele Dumbo (*Clariassp.*) yang Berbeda terhadap Kandungan Amonia (NH₃) dan Nitrit (NO₂) dengan Sistem Bioflok. *Journal of Aquaculture Science*, 3(2), 182–190.
- Fauji, H., Budiardi, T., Ekasari, J. (2018). Growth Performance and Robustness of African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) in Biofloc-Based Nursery Production with Different Stocking Densities. *Aquaculture Research*, 49 (3), 1339–1346. <https://doi.org/10.1111/are.13595>.
- Ginting, D. K., Julyantoro, P. G. S., Wijayanti, N. P. P. (2022). Laju Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan Padat Tebar Berbeda dalam Sistem Bioflok. *Current Trends in Aquatic Science*, V (1), 40–47.
- Green, B. W., McEntire, M. E. (2017). Comparative Water Quality and Channel Catfish Production in Earthen Ponds and a Biofloc Technology Production System. *Journal of Applied Aquaculture*, 29 (1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/10454438.2016.1261751>.

- Haliyani. (2020). Performansi Kinerja Budidaya Pembesaran Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) di CV. Dampo Awang Kecamatan Jatinangor Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, 2(1), 1–11.
- Harahap, Y. R. A., Jolyantoro, P. G. S., Dewi, A. P. W. K. (2023). Effect of Different Stocking Density on the Growth of Catfish (*Clarias gariepinus*) in Aquaponics Budikdamber System. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 7 (2), 40–46. <https://doi.org/10.24843/ATBES.v07.i02.p01>.
- Harianty, Muhammad, Rukmini. (2018). Variations of Stocking Density and Type of Feed for Growth and Survival of Catfish (*Clarias gariepinus*). *Tropical Wetland Journal*, 4 (1), 1–7. <https://doi.org/10.20527/twj.v4i1.59>.
- Hermawan, T. E. A., Sudaryono, A., Prayitno, S. B. (2014). Pengaruh Padat Tebar Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Lele (*Clarias gariepinus*) Dalam Media Bioflok. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(3). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt>.
- Juanda, B. (2009). *Ekonometrika: Pemodelan dan Pendugaan*. IPB Press. Bogor.
- Kareem, O. K., Olanrewaju, A. N. (2015). Effect of Different Stocking Density on Nutrient Utilization, Growth Performance and Survival of African Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) Fry in Recirculatory System. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 10 (5), 400–404. <https://doi.org/10.3923/jfas.2015.400.404>.
- Kusuma, N. P. D., Herawati, E. Y., Sambah, A. B. (2018). Type Composition of Eel Seed (*Anguilla* Spp.) in Dumoga Creek, Bolaang Mongondow. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 80 (8), 353–360. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2018-08.48>.
- Kusuma, N. P. D., Herawati, E. Y., Sambah, A. B. (2021). Keragaman Benih Sidat dan Sidat Dewasa (*Anguilla* sp.) di Sungai Dumoga, Sulawesi Utara. *Jurnal Perikanan Unram*, 11(2), 270–277. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i2.263>.
- Kusuma, N. P. D., Saragih, D. D., Anggraini, S. I. (2021). Performance of Hybrid Seeds of a Cross Between Nirwana II, Best, Sultana, and Jatimbulan Tilapia Strains in Nursery. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XVIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2021*. Departemen Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Pp. 25–35.
- Kusuma, N. P. D., Suparman, M., Saragih, D. D., Turnip, G., Nomleni, A. (2022). Growth Performance and Survival of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Reared in a Recirculating Aquaculture System With Different Filter and Stocking Density. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XIX Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2022*. Departemen Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Pp. 24–32.
- Limbu, S. M., Shoko, A. P., Lamtane, H. A., Shirima, E. D., Kische-Machumu, M. A., Mgana, H. F., Mgaya, Y. D. (2015). Effect of Initial Stocking Size of the Predatory African Sharptooth Catfish (*Clarias gariepinus*) on Recruits, Growth Performance, Survival and Yield of Mixed-Sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Concrete Tank Culture System. *International Aquatic Research*, 7(1), 63–73. <https://doi.org/10.1007/s40071-014-0093-3>.

- Liswahyuni, A., Mapparimeng, Ayyun, Q. (2021). Tingkat Kelangsungan Hidup dan Pola Pertumbuhan Bibit Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Dalam Kepadatan yang Berbeda Pada Sistem Budikdamber. *Tarjih: Fisheries and Aquatic Studies*, 1 (2), 51–59.
- Nurdini, N., Lahming, L., Patang, P. (2023). Pengaruh Tinggi Air dan Padat Tebar yang Bervariasi terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *NEKTON: Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 3 (1), 51–59. <https://doi.org/10.47767/nektion.v3i1.465>.
- Ofor, C. O., Afia, O. E. (2015). Effect of Stocking Densities on Growth and Feed Utilization of Hybrid Catfish (*Clarias gariepinus* X *Heterobranchus longifilis*) Fed at 1% Body Weight. In *American Journal of Biology and Life Sciences*, 3(6), 211–217. <http://www.openscienceonline.com/journal/ajbls>.
- Oké, V. Goosen, N. J. (2019). The Effect of Stocking Density on Profitability of African catfish (*Clarias gariepinus*) Culture in Extensive Pond Systems. *Aquaculture*, 507, 385–392. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.04.043>.
- Rahmadiyah, T., Junior, Z. M., Alimuddin, Diatin, I. (2018). *Kanibalisme pada Larva Ikan Lele (Clarias gariepinus): Pengaruh Hormon Testosteron dan Padat Tebar terhadap Perkembangan Struktur Mulut dan Agresivitas*. In Thesis. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/95245>.
- Ratulangi, Junaidi, M., Setyono, B. D. H. (2022). Performa Pertumbuhan Ikan Lele (*Clarias* sp.) pada Budidaya Teknologi Microbubble dengan Padat Tebar yang Berbeda. *Journal Perikanan*, 12 (4), 544–554. <http://doi.org/10.29303/jp.v12i4.365>.
- Refaey, M.M., Li, D., Tian, X., Zhang, Z., Zhang, X., Li, L., Tang, R. (2018). High Stocking Density Alters Growth Performance, Blood Biochemistry, Intestinal Histology, and Muscle Quality of Channel Catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, 492, 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.04.003>.
- Saragih, D. D., Kusuma, N. P. D., Amalo, P., Turnip, G. (2021). Respon Pertumbuhan Ikan Gurame (*Osphronemus goramy* Lac.) yang Diberi Jenis Pakan Berbeda Dengan Sistem Budidaya Resirkulasi. *Prosiding Seminar Nasional Ke-4 Hasil-Hasil Penelitian Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Tahun 2021 Politeknik Pertanian Negeri Kupang*, 13–22.
- Shoko, A. P., Limbu, S. M., Mgaya, Y. D. (2016). Effect of Stocking Density on Growth Performance, Survival, Production, and Financial Benefits of African Sharptooth Catfish (*Clarias gariepinus*) Monoculture in Earthen Ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, 28 (3), 220–234. <https://doi.org/10.1080/10454438.2016.1188338>.
- Sihite, E. R., Rosmaiti, Putriningtias, A., A. Putra, A. S. (2020). Pengaruh Padat Tebar Tinggi Terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Penambahan Nitrobacter. *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 4 (1), 10–16.
- Soedibya, P. H. T., Pramono, T. B., Listiowati, E. (2017). Growth Performance of African Catfish *Clarias gariepinus* Cultured in Biofloc System at High Stocking Density. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 16 (2), 244–252. <http://doi.org/10.19027/jai.16.2.244-252>.
- Standar Nasional Indonesia. (2000). SNI: 01-6484.2-2000 *Benih Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus x C. fuscus) Kelas Benih Sebar*. Badan Standardisasi Nasional.

- Suraya, U., Gumiri, S., Permata, D. D. (2021). Hubungan Kualitas Air Dengan Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp.) yang Dibesarkan di dalam Ember. *Journal of Tropical Fisheries*, 16(2), 109–115.
- Tenga, M. R. T., Tangguda, S., Kusuma, N. P. D. (2023). Manajemen Pakan pada Kegiatan Pendederan Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) di Laboratorium Penguji Kesehatan Ikan dan Lingkungan Muntilan, Jawa Tengah. *Fisheries : Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 5 (2), 47–54. <https://doi.org/10.30649/fisheries.v5i2.65>.
- Ukat, Alda, Kusuma, N. P. D., Valentine, R. Y. (2023). Teknik Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) di Munir Koi Ngrajek 3 Mungkid, Jawa Tengah. *Fisheries: Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 5 (2), 74–77. <https://doi.org/10.30649/fisheries.v5i2.67>.
- Wenzel, L. C., Berchtold, E., Palm, H. W. (2022). Effects of Stocking Density and Grading on Behaviour, Cannibalism and Performance of African Catfish (*Clarias gariepinus*) fry. *Aquaculture Reports*, 27, 1–12.
- Wijaya, H. (2015). *Pengaruh Padat Tebar Yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Laju Pertumbuhan Benih Ikan Lele (Clarias gariepinus) dengan Teknik Red Water System*. In Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Pp. 79.
- Wu, F., Wen, H., Tian, J., Jiang, M., Liu, W., Yang, C., Yu, L., Lu, X. (2018). Effect of Stocking Density on Growth Performance, Serum Biochemical Parameters, and Muscle Texture Properties of Genetically Improved Farm Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture International*, 26 (5), 1247–1259. <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0281-z>.
- Yunus, T., Hasim, Tuiyo, R. (2014). Pengaruh Padat Penebaran Berbeda terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Lele Sangkuriang di Balai Benih Ikan Kota Gorontalo. *Nike: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 2 (3), 130–134.