

ANALISIS TINGKAT STRES IKAN BERDASARKAN KARAKTERISTIK TOPOGRAFI YANG BERBEDA DI KABUPATEN MAGELANG, JAWA TENGAH

Analysis of Fish Stress Levels Based on Different Topographic Characteristics in Magelang Regency, Central Java

Sri Hidayati¹⁾, Waluyo^{2*)}, Eric Armando³⁾

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar. Kampus Sidotopo : Jl. Barito 1 No.2, Kedungsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah 59155

^{2,3}Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar. Kampus Sidotopo : Jl. Barito 1 No.2, Kedungsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah 59155

^{*)}Korespondensi: waluyo@untidar.ac.id

Received in revised form: 28 Oktober 2025; Accepted: 4 November 2025

ABSTRAK

Stresor lingkungan adalah faktor eksternal yang dapat berdampak negatif terhadap kehidupan akuatik, khususnya ikan, karena dianggap sebagai indikator utama kesehatan ekosistem karena sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat stres ikan (khususnya ikan Lele dan Nila) berdasarkan konsentrasi glukosa darah ikan yang dibudidayakan di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Analisis data yang digunakan adalah analisis spasial untuk menggambarkan kondisi spasial parameter topografi, suhu udara, suhu air kolam dan konsentrasi glukosa darah ikan (Nila dan Lele). *Cross-correlation multiple variable analysis* digunakan untuk mengetahui Nilai koefisien korelasi antar setiap parameter. Metode *cross-correlation multiple variable analysis* dengan model Pearson Product-Moment Correlation. Hasil analisis konsentrasi glukosa darah ikan Lele 59,59 mg/dL dan Nila 87,80 mg/dL, maka secara umum dapat disimpulkan bahwa pengaruh atau korelasi antara parameter perairan terhadap tingkat stres ikan di wilayah Kabupaten Magelang sangat kecil, yang diindikasikan bahwa kondisi ikan Lele dan Nila tidak mengalami stres, dimana rerata glukosa darah masih pada taraf normal. Nilai koefisien korelasi antara suhu air dengan glukosa darah ikan Nila adalah -0,06 dan ikan Lele adalah -0,41 yang artinya bahwa hubungan antara suhu air kolam terhadap tingkat stres ikan Nila dan Lele sangat lemah.

Kata Kunci: Crosscorrelation, Glukosa, Lele, Nila, Spasial

ABSTRACT

Environmental stressors are external factors that can negatively impact aquatic life, especially fish, as they are considered the main indicators of ecosystem health due to their sensitivity to environmental changes. The purpose of this study was to determine the level of stress in fish (especially catfish and tilapia) based on the blood glucose concentration of fish cultivated in Magelang Regency, Central Java. The data analysis used was spatial analysis to describe the spatial conditions of topographic parameters, air temperature, pond water temperature, and blood glucose concentration of fish (tilapia and catfish). Crosscorrelation multiple variable analysis was used to determine the correlation coefficient value between each parameter. The

cross-correlation multiple variable analysis method with the Pearson Product-Moment Correlation model. The results of the analysis of blood glucose concentration of catfish were 59.59 mg/dL and tilapia 87.80 mg/dL, so in general it can be concluded that the influence or correlation between water parameters on the level of stress of fish in the Magelang Regency area is tiny, which indicates that the condition of catfish and tilapia is not experiencing stress, where the average blood glucose is still at a normal level. The correlation coefficient value between water temperature and blood glucose of tilapia is -0.06, and that of catfish is -0.41, which means that the relationship between pond water temperature and stress levels of tilapia and catfish is fragile.

Keywords: *Crosscorrelation, Glucose, Catfish, Tilapia, Spatial*

1. PENDAHULUAN

Dampak stres yang diakibatkan dari kegiatan sistem akuakultur/budidaya ikan harus menjadi perhatian serius untuk memperkecil kerugian dalam proses budidaya perikanan. Stres yang disebabkan oleh praktik umum seperti penanganan, kepadatan, pengangkutan, atau kondisi air yang buruk dapat meningkatkan insiden penyakit dan kematian, dan oleh karena itu merupakan faktor penting yang memengaruhi ekonomi akuakultur.

Respons ikan terhadap stres ditandai dengan serangkaian perubahan biokimia dan fisiologis, yang menyebabkan pelepasan hormon stres ke dalam aliran darah (Zahangir *et al.*, 2015). Hormon stres misalnya kortisol dan katekolamin yang dilepaskan oleh sistem endokrin (respons utama) dalam kondisi stres mengaktifkan produksi glukosa melalui glukoneogenesis (proses sekunder) yang menyebabkan peningkatan kadar glukosa dalam darah ikan (Nakano *et al.*, 2014). Perubahan ini meningkatkan toleransi organisme, yang diperlukan untuk mengatasi stres nyata atau yang dirasakan dan untuk mempertahankan keadaan normal atau homeostatisnya (Barton, 2002). Pengukuran konsentrasi glukosa darah sebagai respon stres sekunder dan sebagai indikator penting stres dapat dipantau menggunakan analisis darah *in vivo* setelah paparan akut atau kronis terhadap rangsangan stres yang berbeda, misalnya, stres fisik (Lowe dan Davison, 2005),

penanganan (Welker *et al.*, 2007), dan zat kimia (Gagnon *et al.*, 2006; Miller *et al.*, 2007; Nageswara *et al.*, 2017).

Stresor lingkungan adalah faktor eksternal yang dapat berdampak negatif terhadap kehidupan akuatik, khususnya ikan, karena dianggap sebagai indikator utama kesehatan ekosistem karena sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan. Faktor-faktor tersebut meliputi stresor alami dan yang disebabkan oleh manusia, seperti suhu, pH, salinitas, dan konsentrasi oksigen terlarut, pencemaran air berkontribusi terhadap stres fisiologis, yang mengurangi toleransi ikan terhadap patogen dan meningkatkan kerentanan mereka terhadap infeksi (Schulte, 2014; Pinna *et al.*, 2023). Stresor lingkungan akan meningkatkan prevalensi gangguan bakteri, parasit, dan fisiologis, dengan kepadatan berlebih dan kontaminasi logam berat semakin memperburuk risiko kesehatan ikan. Tingkat keparahan efek stres ini bervariasi antara ikan air dingin (sub tropis) dan air hangat (tropis), serta antara spesies air tawar dan laut, yang membentuk interaksi kompleks antara kondisi lingkungan dan respons imun ikan.

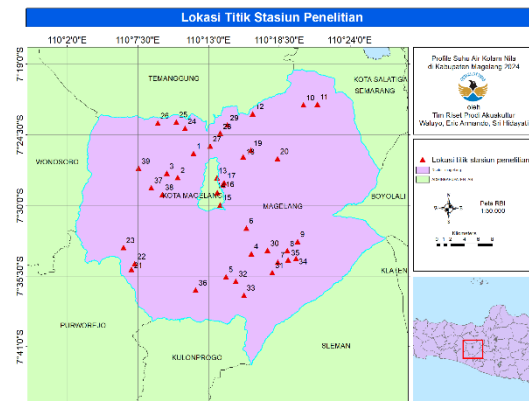
Wilayah Kabupaten Magelang memiliki ketinggian rata-rata 360 mdpl dan termasuk dalam kategori dataran sedang, dengan karakteristik wilayahnya dikelilingi gunung-gunung (Merapi, Merbabu, Andong, Telomoyo, Sumbing) dan pegunungan Menoreh. Dua sungai besar mengalir di tengahnya, Sungai Progodan Sungai Elo, dengan beberapa cabang anak

sungai yang bermata air di lereng gunung-gunung tersebut. Topografi datar 8.599 Ha, bergelombang 44.784 Ha, curam 41.037 Ha dan sangat curam 14.155 Ha. Ketinggian wilayah antara 153-3.065 m diatas permukaan laut (BPS Kab, Magelang 2024). Dengan kondisi topografi Kabupaten Magelang berbukit dan pegunungan, maka akan berdampak pada stratifikasi tekanan dan suhu udara di wilayah tersebut, dengan kecenderungan bahwa semakin tinggi suatu wilayah maka suhu akan semakin menurun. Dengan karakteristik wilayah Kabupaten Magelang dengan kontur perbukitan, maka apabila wilayah tersebut digunakan untuk usaha budidaya ikan, maka akan berdampak pada pola adaptasi dan kesehatan ikan, dan selanjutnya akan berdampak pada produktifitas hasil budidaya. Oleh sebab itu, dengan karakteristik topografi yang berbukit, dan karakteristik suhu udara dan suhu air yang bervariasi, maka perlu dilakukan suatu penelitian yang berkaitan bagaimana dampak topografi yang berbeda terhadap tingkat stres ikan yang dibudidayakan di Kabupaten Magelang. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat stres ikan (khususnya ikan Lele dan Nila) berdasarkan konsentrasi glukosa darah ikan yang dibudidayakan di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Bulan November-Desember 2024 di 39 titik stasiun yang tersebar di seluruh kecamatan Kabupaten Magelang. Dikarenakan keterbatasan waktu dan pertimbangan lain dalam penelitian ini, maka penelitian hanya dilakukan selama 2 bulan. Masing-masing titik lokasi stasiun penelitian memiliki karakteristik yang berbeda-beda, mulai dari perwakilan dataran rendah sampai perwakilan dataran tinggi, sehingga setiap lokasi memiliki karakteristik suhu udara dan suhu air yang berbeda-beda.

Kemudian, setiap lokasi yang dipilih juga terdapat komoditas ikan Lele dan ikan Nila yang dibudidayakan. Dengan mempertimbangkan karakteristik lokasi penelitian tersebut, maka metode sampling yang digunakan adalah purposive sampling. Lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian.

Data yang digunakan pada penelitian yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Data primer pada penelitian ini yaitu, parameter kualitas air (suhu, pH, DO, amonia, dan nitrat), parameter meteorologi (ketinggian, suhu udara) dan profil darah ikan Lele (*Clarias sp.*) dan ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Dari semua lokasi stasiun penelitian (39 titik stasiun) terdapat komoditas ikan Lele dan ikan Nila yang dibudidayakan, sehingga sampel ikan Lele dan Nila diambil di setiap lokasi stasiun dengan jumlah sampel masing-masing spesies adalah 30 ekor per stasiun. Sedangkan data sekunder merupakan data yang umumnya tidak dirancang secara spesifik untuk kebutuhan penelitian tertentu. Data sekunder digunakan sebagai referensi maupun rujukan dalam penelitian. Data sekunder dapat berupa jurnal, e-book, artikel dan literatur lain yang relevan dengan penelitian ini.

Analisis data yang digunakan adalah analisis spasial untuk menggambarkan kondisi spasial parameter topografi, suhu

udara, suhu air kolam dan konsentrasi glukosa darah ikan (Nila dan Lele). Metode interpolasi spasial yang digunakan adalah *Inverse Distance Weighting* (IDW). Teknik interpolasi IDW adalah metode interpolasi spasial yang digunakan untuk memperkirakan nilai suatu variabel di lokasi yang belum diukur berdasarkan nilai titik-titik terdekat. Prinsip utamanya adalah bahwa titik-titik yang lebih dekat dengan lokasi target memiliki pengaruh (bobot) yang lebih besar daripada titik-titik yang lebih jauh. Dengan kata lain, nilai yang diestimasi di suatu lokasi dihitung sebagai rata-rata tertimbang dari nilai titik-titik pengukuran, dengan bobot yang merupakan fungsi dari jarak terbalik antara titik pengukuran dan titik target (Prahasta, 2002). Kemudian untuk menghubungkan keterkaitan antar parameter tersebut dengan konsentrasi glukosa darah ikan, maka dilakukan *Crosscorrelation Multiple Variable Analysis*, sehingga menghasilkan Nilai koefisien korelasi antar setiap parameter. Metode *cross-correlation multiple variable analysis* dengan model Pearson Product-Moment Correlation dengan bantuan Software Statgraphics Professional Versi XVII-X64. Sedangkan analisis spasial menggunakan Software Arcgis Versi 10.0.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Spasial

Analisis spasial topografi di Kabupaten Magelang menunjukkan bahwa secara umum berkisar antara 260-911 mdpl, dengan pola dataran yang cukup rendah berada di bagian tengah sampai selatan wilayah Kabupaten Magelang, atau berada di Kecamatan Mertoyudan, Mungkid, Muntilan, Borobudur sampai ke Kecamatan Ngluwar. Sedangkan wilayah yang memiliki daratan yang tinggi berada di wilayah bagian timur Kabupaten Magelang, yaitu termasuk wilayah Kecamatan Grabak, Ngeblak, Pakis sampai Kecamatan Dukun, serta bagian barat

berada di wilayah Kecamatan Windusari dan Kaliangkrik, seperti pada Gambar 2. Apabila dihubungkan antara pola sebaran spasial topografi terhadap suhu udara, suhu air kolam dan tingkat stres ikan berdasarkan konsentrasi glukosa darah ikan Lele dan ikan Nila, maka memiliki pola atau trend spasial yang selaras, dimana semakin tinggi daratan, maka pola suhu udara dan suhu air kolam cenderung lebih rendah, sehingga suhu tersebut akan berdampak pada konsentrasi glukosa darah ikan di wilayah kolam budidaya di Kabupaten Magelang, dimana semakin tinggi daratan, dan semakin rendah suhu udara dan suhu air, maka konsentrasi glukosa darah cenderung meningkat, walaupun masih dalam taraf normal (tidak mengalami stres). Hal ini ditunjukkan pola sebaran glukosa darah ikan Lele lebih tinggi di wilayah Kecamatan Grabak dan Ngeblak, serta glukosa darah ikan Nila cenderung lebih tinggi di wilayah kecamatan Windusari dan Kaliangkrik. Berdasarkan analisis glukosa darah ikan Lele rerata sebesar 59,59 mg/dL, dan rata-rata glukosa darah ikan Nila sebesar 87,80 mg/dL, dimana rerata tersebut masih pada taraf normal. Kadar glukosa darah ikan yang normal yaitu 40-90 mg/dL (Widiastuti dan Widodo, 2022), dan kadar gula darah pada ikan Lele dalam kondisi normal berkisar antara 41-150 mg/dL (Purwanti *et al.*, 2014). Berdasarkan hasil analisis glukosa darah ikan Lele dan Nila, maka kondisi ikan tersebut yang dibudidayakan di wilayah Kabupaten Magelang tidak mengalami stres, atau bisa dikatakan dalam kondisi normal.

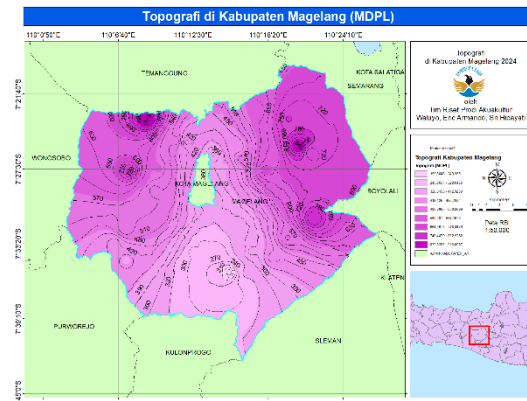
Menurut Royan *et al.* (2014), pada saat keadaan stress, glukosa akan meningkat akibat sekresi hormone dari kelenjar adrenalin. Naiknya glukosa darah menandakan bahwa ikan sedang kenyang, artinya nafsu makan berkurang karena energi yang dibutuhkan oleh tubuh terpenuhi. Sebaliknya, pada saat kadar glukosa darah turun, maka ikan akan merasa lapar sehingga diperlukan makanan untuk memenuhi kebutuhan energinya.

Pada saat ikan stress menyebabkan kadar glukosa dalam darah terus naik yang diperlukan untuk mengatasi homeostasis dan insulin akan menurun. Saat terjadi stres kadar glukosa akan naik yang diperantarai oleh pelepasan kortiskosteroid yang berfungsi sebagai pertahanan pada saat menghadapi kondisi lingkungan yang berubah, secara bersamaan dengan itu katekolamin yang merupakan hormon untuk menanggapi stress juga ikut terlepas pada saat stress. Pada saat stres glukokortikoid meningkat dan menyebabkan peningkatan pada kadar glukosa darah karena untuk mengatasi kebutuhan energi pada saat stres.

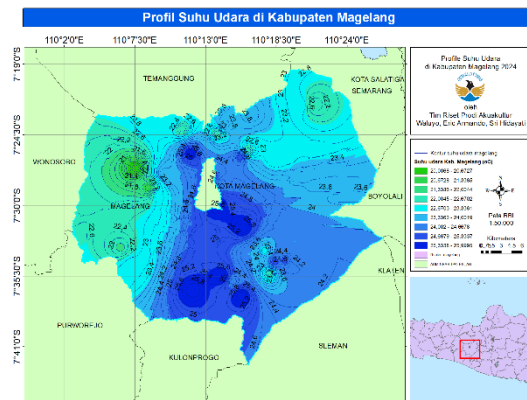
Glukosa darah dalam tubuh ikan merupakan sumber energi utama dan sumber pasokan bahan bakar serta substrat esensial untuk metabolisme sel terutama otak, kemudian fungsinya otak secara kontinyu dibutuhkan glukosa secara terus menerus (Nasichah *et al.*, 2016). Sumber energi utama yang digunakan oleh ikan untuk keperluan pemeliharaan tubuh, pergerakan dan pertumbuhan (Akbar *et al.*, 2011). Kadar glukosa darah ikan yang normal mengandung 40-90 mg/dL, kandungan glukosa tersebut hampir sama dengan glukosa darah pada manusia yaitu sebesar 70-110 mg/dL (Rahardjo *et al.*, 2011).

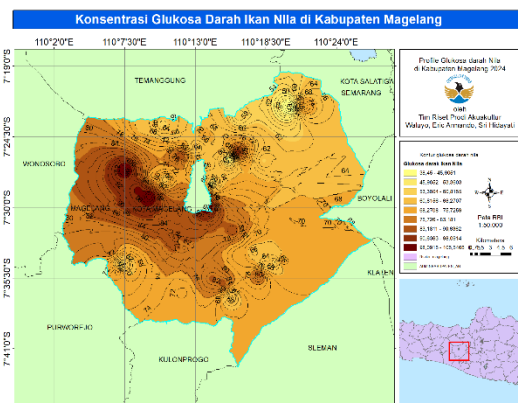
Apabila keterkaitan antara parameter perairan dengan tingkat stres ikan Lele dan Nila, maka rerata suhu udara sebesar 26 °C, suhu air kolam 26,56 °C, pH 7,69, DO 5,9 mg/L, amonia 0,15 mg/L dan nitrat 2.00 mg/L dengan rerata konsentrasi glukosa darah ikan Lele 59,59 mg/dL dan Nila 87,80 mg/dL, maka secara umum dapat disimpulkan bahwa pengaruh atau korelasi antara parameter perairan terhadap tingkat stres ikan di wilayah Kabupaten Magelang sangat kecil, yang diindikasikan bahwa kondisi ikan Lele dan Nila di wilayah Kabupaten Magelang tidak mengalami stres, dimana rerata glukosa darah masih pada taraf normal. Sebaran spasial suhu udara ditampilkan pada Gambar 3, spasial

glukosa darah ikan Lele ditampilkan pada Gambar 4 dan sebaran spasial glukosa darah ikan Nila ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 2. Topografi Kabupaten Magelang





Gambar 5. Profil Glukosa Darah Ikan Nila Kabupaten Magelang

Beberapa penelitian terdahulu sudah banyak yang mengkaji keterkaitan parameter suhu air terhadap kesehatan ikan. Peningkatan suhu berdampak signifikan terhadap kesehatan ikan dan organisme akuatik secara keseluruhan. Suhu lingkungan merupakan komponen lingkungan penting yang memengaruhi kebiasaan dan proses fisiologis kehidupan akuatik (Triantaphyllopoulos *et al.*, 2020). Peningkatan atau penurunan suhu yang berkepanjangan, atau variasi mendadak di lingkungan sekitar, dianggap sebagai indikator situasi yang penuh tekanan (Raman *et al.*, 2013).

Peningkatan suhu air secara signifikan mempercepat laju metabolisme ikan, sehingga meningkatkan kebutuhan energi yang memengaruhi fungsi fisiologis ikan. Dengan percepatan metabolisme, ikan membutuhkan peningkatan oksigen untuk mempertahankan aktivitas seluler yang tinggi, yang mengakibatkan perubahan perilaku makan, biasanya mengonsumsi makanan dalam jumlah yang lebih banyak atau mengalami pola nafsu makan yang tidak teratur. Fluktuasi suhu dapat berdampak buruk pada perkembangan, reproduksi, dan fungsi imunologi, membuat ikan lebih rentan terhadap stres dan penyakit di habitat dengan kepadatan tinggi di mana persaingan oksigen dan masalah kualitas air diperparah (Richards, 2011).

Suhu merupakan faktor utama yang memicu penyakit, terutama ketika suhu berada di luar ambang batas toleransi suatu spesies. Suhu juga berkontribusi terhadap peningkatan keberadaan patogen atau penurunan kekebalan ikan pembawa patogen, yang menyebabkan munculnya gejala penyakit pada ikan (Naz *et al.*, 2023). Banyak patogen bakteri dan virus berkembang biak pada suhu yang lebih tinggi. Misalnya, *Edwardsiella tarda*, suatu patogen bakteri, menyebar lebih agresif pada ikan pada suhu tinggi (Sun *et al.*, 2022).

Suhu sekitar 20 °C memfasilitasi pertumbuhan dan reproduksi yang sehat pada sebagian besar spesies air tawar, sedangkan suhu di atas 35 °C meningkatkan metabolisme sekaligus memicu stres, mengurangi suplai oksigen, dan dapat mengakibatkan kegagalan organ atau kematian pada tingkat ekstrem (Field *et al.*, 2014; Jobling and Anderson, 2003; Fry and Smith, 2002; Ishimatsu and Hayashi, 1995; Wedemeyer *et al.*, 2011; Fry *et al.*, 2005). Sebaliknya, suhu di bawah 5 °C menghambat aktivitas, memperlambat metabolisme (Brett and Davis, 2007), dan menghambat perkembangan, sehingga menimbulkan masalah kerusakan jaringan dan pembekuan pada suhu di bawah 0 °C (Sidell *et al.*, 2013). Spesies air dingin berkembang biak pada suhu berkisar antara -1°C hingga 4 °C, sedangkan spesies air dingin menyukai suhu 5–10 °C, sehingga suhu menjadi aspek penting dalam akuakultur, pengelolaan lingkungan, dan konservasi spesies selama stres iklim (Brett and Smith, 2004; Brett and Thompson, 2015).

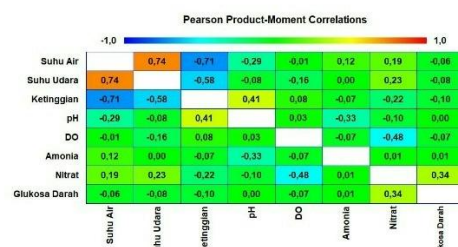
Crosscorrelation antar Parameter

Hasil analisis crosscorrelatin antar parameter (suhu air, suhu udara, ketinggian daratan, pH, DO, amonia, nitrat dan glukosa darah ikan) memiliki Nilai koefisien korelasi yang berbeda-beda.

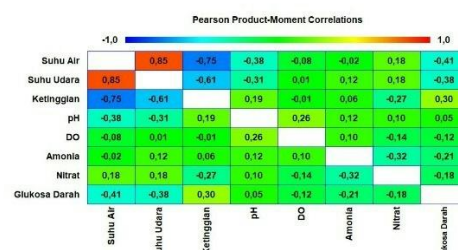
grafik cross-correlation ditunjukkan dengan pola warna mulai dari warna biru (korelasi rendah) sampai warna merah (korelasi tinggi), dimana mulai warna biru sampai merah menunjukkan peningkatan Nilai koefisien korelasi antar paramater. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa secara umum, korelasi yang sangat kuat adalah antara suhu udara dengan suhu air, dimana menunjukkan warna merah dengan Nilai koefisien korelasi sebesar 0,74 (untuk ikan Nila) dan Nilai koefisien korelasi sebesar 0,85 (untuk ikan Lele). Dengan demikian, pengaruh suhu udara terhadap suhu air kolam di wilayah Kabupaten Magelang memiliki hubungan yang sangat kuat atau memiliki pengaruh yang sangat kuat, dengan Nilai koefisien korelasi berkisar antara 0,74-0,85. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah suhu udara, maka akan menurunkan suhu air kolam, dan begitu sebaliknya bahwa semakin tinggi suhu udara, maka akan berdampak pada peningkatan suhu air kolam.

Untuk melihat bagaimana pengaruh parameter perairan terhadap tingkat stres ikan berdasarkan konsentrasi glukosa darah, maka suhu udara dan suhu air kolam memiliki pengaruh yang sangat kecil terhadap tingkat stres ikan Nila dan Lele. Hal ini dibuktikan pada grafik dengan warna biru kehijauan yang artinya bahwa warna tersebut memiliki Nilai koefisien korelasi yang sangat rendah. Nilai koefisien korelasi antara suhu air dengan glukosa darah ikan Nila adalah -0,06 yang artinya bahwa hubungan antara suhu air kolam terhadap tingkat stres ikan Nila sangat lemah. Begitu juga korelasi antara suhu air dan konsentrasi glukosa darah ikan Lele menunjukkan warna biru dengan Nilai koefisien korelasi sebesar -0,41 yang artinya hubungan antara suhu air kolam terhadap tingkat stres ikan Lele sangat lemah. Nilai koefisien korelasi (r) sangat berbeda maknanya dengan koefisien regresi (b), atau disebut slop/kemiringan dari sebuah model regresi. Koefisien

korelasi adalah nilai yang menggambarkan kekuatan hubungan antar variabel, dimana nilai koefisien korelasi mendekati 0 atau bahkan kurang dari 0 menunjukkan hubungan antar variabel yang sangat lemah, dan apabila nilai koefisien korelasi mendekati 1 menunjukkan hubungan antar variabel sangat kuat. Hal ini berbeda dgn makna koefisien regresi (b) yang menggambarkan bagaimana pengaruh antara variabel independent mempengaruhi variable dependent. Pada penelitian ini tidak menggunakan model regresi, sehingga tidak mencantumkan nilai koefisien regresinya (b), sebab untuk mengetahui pengaruh variabel terhadap tingkat stres ikan memerlukan variabel yang cukup kompleks dan tidak bisa dijelaskan dengan model linier. Grafik cros-correlation antara parameter perairan terhadap glukosa darah ikan Nila ditampilkan pada Gambar 6, sedangkan grafik cross-correlation antara parameter perairan terhadap konsentrasi glukosa darah ikan Lele ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Cross-correlatin antar Parameter dan Glukosa Darah Ikan Nila



Gambar 7. Cross-correlatin antar Parameter dan Glukosa Darah Ikan Lele

4. SIMPULAN

Berdasarkan analisis spasial topografi terhadap suhu udara, suhu air kolam dan

tingkat stres ikan berdasarkan konsentrasi glukosa darah ikan Lele dan ikan Nila, maka memiliki pola atau trend spasial yang selaras, dimana semakin tinggi daratan, maka pola suhu udara dan suhu air kolam cenderung lebih rendah, sehingga suhu tersebut akan berdampak pada konsentrasi glukosa darah ikan. Akan tetapi, berdasarkan analisis tingkat stres ikan Lele dan Nila berdasarkan glukosa darah ikan, maka ikan yang dibudidayakan di Kabupaten Magelang dalam kondisi normal.

Apabila keterkaitan antara parameter perairan dengan tingkat stres ikan Lele dan Nila, maka rerata suhu udara sebesar 26 °C, suhu air kolam 26,56 °C, pH 7,69, DO 5,9 mg/L, amonia 0,15 mg/L dan nitrat 2.00 mg/L dengan rerata konsentrasi glukosa darah ikan Lele 59,59 mg/dL dan Nila 87,80 mg/dL, maka secara umum dapat disimpulkan bahwa hubungan atau korelasi antara parameter perairan terhadap tingkat stres ikan di wilayah Kabupaten Magelang sangat lemah, yang diindikasikan bahwa kondisi ikan Lele dan Nila di wilayah Kabupaten Magelang tidak mengalami stres, dimana rerata glukosa darah masih pada taraf normal.

Nilai koefisien korelasi antara suhu air dengan glukosa darah ikan Nila adalah -0,06 yang artinya bahwa hubungan antara suhu air kolam terhadap tingkat stres ikan Nila sangat lemah. Begitu juga korelasi antara suhu air dan konsentrasi glukosa darah ikan Lele menunjukkan warna biru dengan nilai koefisien korelasi sebesar -0,41 yang artinya hubungan antara suhu air kolam terhadap tingkat stres ikan Lele sangat lemah.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Tidar yang telah membiayai penelitian ini, serta seluruh tim peneliti Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar

sehingga penelitian ini berhasil dilaksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J., M. Adriani dan S. Aisiah. 2011. Pengaruh pemberian pakan yang mengandung berbagai level Kromium (Cr+3) pada salinitas yang berbeda terhadap pertumbuhan ikan betok (*Anabas testudineus*). *Bionatura Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. 13(2):248-254.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Magelang [BPS]. (2024). *Magelang dalam angka*. Magelang.
- Barton, B.A., (2002). Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integr. Comp. Biol.* 42(3),517–525.
<https://doi.org/10.1093/icb/42.3.517>
- Brett JR, Davis L. (2007). Physiological energetics of fishes in ice-covered lakes: an overview. *Transactions of the American Fisheries Society*.136(5),1475–1491.
- Brett, J.R., Smith J. (2004). Temperature tolerance of young salmonids with special reference to genus *Salvelinus*. *Journal of Fish Biology*.65(4),1041–1056.
- Brett, J.R., Thompson R. (2015). Temperature acclimation in fishes: revisiting the Arrhenius phenomenon. *Journal of Fish Biology*.87(4),875–891.
- Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL, (2014). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability*. Part A: global and sectoral aspects. Cambridge: Cambridge University Press; 2014.1132 p.
- Fry FEJ, Smith J. (2002). Metabolic rates of fishes in different temperature

- regimes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*.131(2):277–293.
- Fry FEJ, Williams S. (2005). Lethal effects of heat on fishes. *American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*.289(4),948–960.
- Gagnon, A., Jumarie, C., Hontela, A., (2006). Effects of Cu on plasma cortisol and cortisol secretion byadrenocortical cells of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquat. Toxicol.* 78(1),59–65. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2006.02.004>.
- Ishimatsu A, Hayashi M. (1995). Organ damage in fish from combined effects of hypoxia and temperature. *Journal of Experimental Biology*.208(21):3677–3684.
- Jobling M, Anderson T. (2003). Effect of temperature on fish: a review. *Journal of Fish Biology*.63(3). 1–32.
- Lowe C.J., Davison, W., (2005). Plasma osmolarity, glucose concentration and erythrocyte responses of two Antarctic nototheniid fishes to acute and chronic thermal change. *J. Fish Biol.* 67,752–766. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00775.x>
- Miller, L.L., Wang, F., Palace, V.P., Hontela, A., (2007). Effects of acute and sub chronic exposures to waterborne selenite on the physiological stress response and oxidative stress indicators in juvenile rainbow trout. *Aquat. Toxicol.* 83, 263–271. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2007.05.001>.
- Nageswara, R.N.R., Srinivasa, N.B., Jagadish, N.M., (2017). Thiram a fungicide induced toxicity on glycogen and blood glucose level of freshwater fish *Cyprinus carpio* (Hamilton). *Int. J. fish Aquat. Stud.* 5, 93–96.
- Nakano, T., Kameda, M., Shoji, Y., Hayashi, S., Yamaguchi, T., Sato, M., (2014). Effect of severe environmental thermal stress on redox state in salmon. *Redox Biol.* 2,772–776. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2014.05.007>.
- Nasichah, Z., P. Widjanarko, A. Kurniawan dan D. Arfiati. (2016). Analisis kadar glukosa darah ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari Bendung Rolak Songo Hilir Sungai Brantas. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*. 328-333.
- Naz S, Iqbal S, Khan RU, Chatha AM, Naz S. (2023). *Aquaculture fish responses towards temperature stress: a critical review*. In: Ahmad MI, Mahamood M, Javed M, Alhewairini SS, eds. *Toxicology and Human Health: Environmental Exposures and Biomarkers*. 1st ed. Singapore: Springer; 2023. p. 83–132.
- Pinna M, Zangaro F, Saccomanno B, Scalone C, Bozzeda F, Fanini L, Specchia V. (2023). An overview of ecological indicators of fish to evaluate the anthropogenic pressures in aquatic ecosystems: from traditional to innovative DNA-based approaches. *Water*. 15(5),1-28
- Prahasta E. (2002). *Konsep-konsep dasar sistem informasi geografis*. Bandung: CV Informatika.
- Purwanti S.C, Suminto dan A. Sudaryono. (2014). Gambaran profil darah ikan Lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diberi pakan dengan kombinasi pakan buatan dan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(2) : 53-60.
- Rahardjo, M.F., Sjafei, D.S., Affandi, R., & Sulistiono. (2011). *Ikhtologi*. Jakarta: Lubuk Agung.

- Raman, R.P, Prakash C, Makesh M, Pawar N.A. (2013). Environmental stress mediated diseases of fish: an overview. *Advances in Fish Research*.5,141-158.
- Richards, J.G. (2011). Physiological, behavioral and biochemical adaptations of intertidal fishes to hypoxia. *Journal of Experimental Biology*.214(2),191-199.
- Royan, F.S, Rejeki, A.H.C. Haditomo. (2014). Pengaruh salinitas yang berbeda terhadap profil darah ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(2):109 – 117
- Schulte, P.M. (2014). What is environmental stress? Insights from fish living in a variable environment. *Journal of Experimental Biology*.217(1),23-34.
- Sidell BD, O'Brien KM, Garcia L. (2013). Survival and physiological responses of Antarctic fishes to warm temperatures. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*.166(2),326–332.
- Sun B, Sun B, Zhang B, Sun L. (2022). Temperature induces metabolic reprogramming in fish during bacterial infection. *Frontiers in Immunology*.13:1010948.1-11
- Triantaphyllopoulos KA, Cartas D, Miliou H. (2020). Factors influencing GH and IGF-I gene expression on growth in teleost fish: how can aquaculture industry benefit?. *Reviews in Aquaculture*.12(3),1637-1662.
- Wedemeyer GA, McLeay D, Thompson R. (2011). Thermal tolerance and stress proteins as mechanisms of thermos protection in fishes exposed to global warming. *Journal of Experimental Biology*.214(2),199–210.
- Welker, T.L., Lim, C., Yildirim-Askoy, M., Kelsius, P.H., (2007). Effect of buffered and un- buffered tricaine methanesulfonate (MS-222) at different concentrations on the stress responses of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque. *J. Appl. Aquacult.* 19,1–18. https://doi.org/10.1300/J028v19n03_01
- Widiastuti, R., dan Widodo, M. S. (2022). Respon hormon stress dan glukosa darah benih Ikan Maru (*Channa maruloides*) terhadap suhu berbeda. *Syntax Idea*, 4(5): 843-851.
- Zahangir, M.M., Haque, F., Mostakim, G.M., Islam, M.S. (2015). Secondary stress responses of zebrafish to different pH: Evaluation in a seasonal manner. *Aquacult. Rep.* 2,91–96. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2015.08.008>