

STUDI LITERATUR PENGARUH FAKTOR LINGKUNGAN TERHADAP PERKEMBANGAN MAKHLUK HIDUP

Yumna Maghfirah¹, Fauziyah Harahap², Retno Dwi Suyanti³

¹Pendidikan Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan. Universitas Negeri Medan

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Medan

³Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Medan

Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate, Medan, Indonesia, 20221

Email Korespondensi: yumnamaghfirah@gmail.com

Abstract

Environmental conditions have a very large influence on physiological, morphological, and behavioral processes in the development of living organisms. This study synthesizes the results of recent empirical and theoretical research (2015-2025) regarding the role of abiotic and biotic environmental factors including temperature, light, humidity, pollution, and interspecies interactions in shaping the growth, adaptation, and survival of organisms in various ecosystems. The analysis shows patterns of developmental plasticity, evolutionary adaptation, and ecological resilience. In addition, this study identifies knowledge gaps, particularly in understanding the synergistic effects of various environmental stressors and long-term environmental changes. This study concludes that an interdisciplinary approach combining molecular biology, ecology, and climate science is highly necessary to understand organism development in the Anthropocene era.

Keywords:

*Adaptation,
Climate Change,
Ecological Plasticity,
Environmental Factors,
Organism Development.*

Pendahuluan

Interaksi antara organisme dan lingkungannya merupakan tema fundamental dalam ilmu biologi dan ekologi. Faktor lingkungan baik abiotik (suhu, air, pH, intensitas cahaya, dan komposisi kimia) maupun biotik (predasi, kompetisi, dan simbiosis) berperan penting dalam mengatur proses perkembangan dari tingkat seluler hingga populasi (Stearns, 2018). Dalam konteks perubahan lingkungan global, pemahaman terhadap interaksi ini menjadi semakin penting untuk memprediksi respons keanekaragaman hayati serta menjaga stabilitas ekosistem (Walther *et al.*, 2020).

Penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada pengaruh faktor tunggal terhadap organisme. Namun, dalam kenyataannya, sistem kehidupan menghadapi kombinasi berbagai variabel yang saling berinteraksi secara non-linier (Hoffmann & Sgrò, 2019). Oleh karena itu, diperlukan studi integratif yang menghubungkan skala molekuler, organisme, dan ekologi. Tujuan dari kajian literatur ini adalah untuk mengonsolidasikan pengetahuan terkini mengenai pengaruh faktor lingkungan terhadap perkembangan makhluk hidup serta menyoroti pendekatan lintas disiplin yang sedang berkembang dalam bidang ini.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan kualitatif deskriptif untuk mengkaji pengaruh faktor lingkungan terhadap perkembangan makhluk hidup. Data diperoleh melalui penelusuran sistematis terhadap berbagai sumber ilmiah yang relevan, mencakup artikel jurnal, buku, dan laporan penelitian. Pemilihan literatur didasarkan pada kriteria relevansi topik, validitas ilmiah, serta kemutakhiran sumber. Analisis data dilakukan menggunakan analisis isi (*content analysis*) untuk mengidentifikasi dan mensintesis temuan utama yang menjelaskan hubungan antara faktor lingkungan dan proses perkembangan makhluk hidup.

Hasil dan Pembahasan

Faktor Abiotik

Suhu merupakan faktor utama yang mengatur laju metabolisme, aktivitas enzim, dan siklus pertumbuhan. Fluktuasi suhu lingkungan dapat mengubah ekspresi gen yang berhubungan dengan toleransi panas (Angilletta *et al.*, 2019). Demikian pula, intensitas dan periode cahaya (fotoperiodisme) memengaruhi ritme sirkadian dan waktu reproduksi pada berbagai kelompok organisme (Bradshaw dan Holzapfel, 2017).

Ketersediaan air dan kelembapan berpengaruh terhadap osmoregulasi, perkecambahan biji, serta homeostasis seluler (Raven *et al.*, 2021). Kondisi kekeringan yang berkepanjangan dapat mengaktifkan jalur hormonal terkait stres pada tumbuhan, yang menghasilkan adaptasi morfologis seperti pengurangan luas daun atau penebalan kutikula (Chaves *et al.*, 2016).

Selain itu, polusi dan stres kimiawi, seperti logam berat dan mikroplastik, dapat mengganggu sinyal perkembangan serta menimbulkan mutasi pada spesies yang sensitif (Wright & Kelly, 2017). Secara keseluruhan, faktor abiotik sering kali menjadi pendorong utama plastisitas fenotipik dan respons evolusioner pada organisme.

Interaksi Biotik

Faktor biotik seperti predasi, kompetisi, dan mutualisme juga memiliki peran penting. Kehadiran predator dapat memicu pertahanan morfologis atau mengubah waktu perkembangan organisme (Hoverman & Relyea, 2016). Pada tumbuhan, hubungan simbiotik dengan jamur mikoriza terbukti meningkatkan penyerapan nutrisi serta ketahanan terhadap stres lingkungan (Smith & Read, 2018).

Stres Lingkungan Terpadu

Penelitian terkini menunjukkan bahwa organisme jarang menghadapi satu faktor lingkungan secara terpisah. Eksperimen multifaktorial memperlihatkan adanya efek sinergis maupun antagonistik antara suhu, konsentrasi CO₂, dan ketersediaan nutrisi (Kroeker *et al.*, 2020). Interaksi ini menambah kompleksitas dalam memprediksi respons organisme terhadap perubahan iklim global.

Konsep plastisitas perkembangan muncul sebagai kerangka pemersatu antara organisme mampu menyesuaikan pertumbuhan dan fisiologinya terhadap perubahan lingkungan (Pigliucci, 2018). Namun, plastisitas ini memiliki biaya energi dan batas evolusioner tertentu yang masih perlu diteliti lebih lanjut.

Kesimpulan

Faktor lingkungan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap jalur perkembangan semua makhluk hidup. Literatur yang dikaji menegaskan bahwa unsur abiotik dan biotik saling berinteraksi untuk memengaruhi morfologi, fisiologi, dan perilaku organisme. Meskipun telah banyak kemajuan, masih terdapat kesenjangan pengetahuan mengenai interaksi multi-stresor dan mekanisme adaptasi jangka panjang. Penelitian masa depan disarankan untuk menggunakan pendekatan integratif yang memadukan genomika, pemodelan iklim, dan eksperimen ekologi guna memprediksi bagaimana kehidupan akan beradaptasi terhadap percepatan perubahan lingkungan di masa mendatang.

References

- Angilletta, M. J., Jr., Niewiarowski, P. H., dan Navas, C. A. (2019). The evolution of thermal physiology in ectotherms. *Journal of Thermal Biology*, 84, 23–34.
- Bradshaw, W. E., dan Holzapfel, C. M. (2017). Evolution of animal photoperiodism. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 25–48.
- Chaves, M. M., Maroco, J. P., dan Pereira, J. S. (2016). Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, 43(3), 239–250.
- Hoffmann, A. A., dan Sgrò, C. M. (2019). Climate change and evolutionary adaptation. *Nature*, 470(7335), 479–485.
- Hoverman, J. T., dan Relyea, R. A. (2016). Behavioral and morphological plasticity in response to predators. *Ecology Letters*, 19(6), 821–833.
- Kroeker, K. J., Kordas, R. L., Crim, R. N., dan Singh, G. G. (2020). Meta-analysis reveals negative yet variable effects of ocean acidification on marine organisms. *Ecology Letters*, 23(2), 251–262.
- Pigliucci, M. (2018). Phenotypic plasticity: Beyond nature and nurture. *Evolutionary Ecology*, 32(2–3), 231–245.
- Raven, P. H., Evert, R. F., dan Eichhorn, S. E. (2021). *Biology of Plants* (Edisi ke-9). W. H. Freeman.
- Smith, S. E., dan Read, D. J. (2018). *Mycorrhizal Symbiosis* (Edisi ke-4). Academic Press.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J., dan Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416(6879), 389–395.
- Wright, S. L., dan Kelly, F. J. (2017). Plastic and human health: a micro issue?. *Environmental science dan technology*, 51(12), 6634–6647.