



Thermoregulation as an Adaptation Strategy in Frogs

¹Firda Yanti Ismail, ²St Rahmawati S, ³Nur Indah Sari, ⁴Muhlisa, ⁵*Sahribulan

¹Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Makassar

²Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan Universitas Pattimura

³Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Makassar

Email: firdayantiismail05@gmail.com¹, sitirahmawatisn676@gmail.com², nindahsari46@gmail.com³,
lisademmanai28@gmail.com⁴

*Corresponding author: sahribulanunm@unm.ac.id⁵

ABSTRAK

Termoregulasi pada katak, sebagai hewan poikiloterm (ektotermik), memainkan peran krusial dalam kemampuan mereka untuk bertahan hidup di lingkungan yang berfluktuasi suhu. Penelitian mengenai termoregulasi katak menunjukkan bahwa mereka menggunakan berbagai strategi untuk mengatur suhu tubuh mereka, termasuk perilaku termoregulasi dan adaptasi fisiologis. Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) untuk mengkaji dan menyintesis temuan dari literatur yang ada mengenai mekanisme dan strategi termoregulasi pada katak. Hasil menunjukkan bahwa katak memiliki berbagai strategi adaptasi ketika terjadi perubahan suhu, iklim, dan lingkungannya agar dapat bertahan hidup.

Kata Kunci: *systematic literature review, termoregulasi, katak*

ABSTRACT

Thermoregulation in frogs, as poikilothermic (ectothermic) animals, plays a crucial role in their ability to survive in environments with fluctuating temperatures. Research on frog thermoregulation shows that they use various strategies to regulate their body temperature, including thermoregulatory behavior and physiological adaptations. This study was conducted using a Systematic Literature Review (SLR) approach to examine and synthesize findings from existing literature on the mechanisms and strategies of thermoregulation in frogs. The results show that frogs have various adaptation strategies when there are changes in temperature, climate, and their environment in order to survive.

Keywords: *systematic literature review, thermoregulation, frogs*

1. PENDAHULUAN

Termoregulasi merupakan suatu proses yang terjadi pada hewan bertujuan untuk mengatur suhu tubuhnya agar tetap konstan. Hewan yang mampu mempertahankan suhu tubuhnya disebut homoiterm, sedangkan hewan yang tidak mampu mempertahankan suhu tubuh disebut poikiloterm. Suhu tubuh pada kebanyakan hewan dipengaruhi oleh suhu lingkungannya. Ada hewan yang dapat bertahan hidup pada kisaran suhu - 2°C, sementara hewan lainnya dapat hidup pada suhu 50°C, misalnya hewan yang hidup digurun (Mas, 2020).

Amfibi, seperti katak, kodok, dan salamander, tidak dapat menghasilkan panas internal secara signifikan, sehingga mereka bergantung pada suhu lingkungan untuk mengatur suhu tubuh mereka. Proses ini dikenal sebagai termoregulasi eksternal. Suhu tubuh amfibi berfluktuasi dengan suhu lingkungan, yang mempengaruhi berbagai aspek fisiologis, termasuk metabolisme, aktivitas, dan reproduksi. Untuk mengatasi tantangan ini, amfibi mengembangkan berbagai strategi untuk menjaga suhu tubuh mereka dalam rentang yang dapat mendukung kehidupan (Huey & Stevenson, 2022).

Amfibi sering menggunakan perilaku termoregulasi untuk mengatur suhu tubuh mereka. Mereka dapat bergerak ke tempat yang lebih sejuk atau lebih hangat sesuai dengan kebutuhan termoregulasi mereka. Misalnya, katak mungkin bersembunyi di bawah batu atau daun untuk menghindari suhu

ekstrem atau mencari area yang lebih lembab untuk mengurangi kehilangan cairan pada suhu tinggi. Perilaku ini membantu mereka menjaga suhu tubuh dalam rentang yang optimal untuk metabolisme dan aktivitas (Burt & Cresswell, 2021).

Selain perilaku, amfibi juga menunjukkan adaptasi fisiologis untuk termoregulasi. Salah satu adaptasi utama adalah penurunan laju metabolisme saat suhu lingkungan ekstrem, baik tinggi maupun rendah. Penurunan ini mengurangi kebutuhan energi dan air, memungkinkan amfibi untuk bertahan hidup dalam kondisi yang tidak menguntungkan. Adaptasi ini sangat penting di habitat dengan suhu yang sangat fluktuatif, seperti gurun atau hutan hujan tropis, di mana perubahan suhu dapat drastis (Jorgensen & R. B. Huey, 2020).

Perubahan iklim global dapat mempengaruhi pola suhu dan kelembapan di habitat amfibi, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kemampuan mereka untuk termoregulasi. Kenaikan suhu global dan perubahan dalam pola curah hujan dapat mengubah kondisi lingkungan yang mendukung strategi termoregulasi amfibi. Studi menunjukkan bahwa perubahan ini dapat mempengaruhi aktivitas, metabolisme, dan kelangsungan hidup amfibi, yang menekankan pentingnya memahami dan memantau termoregulasi mereka dalam konteks perubahan iklim (Licht & C. R. H., 2021).

Katak, sebagai hewan ectotherm, mengatur suhu tubuh mereka dengan bergantung pada lingkungan eksternal. Mereka tidak dapat menghasilkan panas secara internal, sehingga mereka harus mengandalkan perilaku untuk mengatur suhu tubuh mereka. Termoregulasi pada katak dapat dibagi menjadi beberapa strategi, Katak sering menggunakan perilaku seperti berjemur di bawah sinar matahari untuk meningkatkan suhu tubuh mereka atau berlindung di tempat teduh atau di bawah tanah untuk menurunkannya (Pough et al., 2001). Katak juga memanfaatkan berbagai mikrokilometer, seperti genangan air atau vegetasi yang lembab, untuk menjaga suhu tubuh tetap dalam rentang yang sesuai (Heatwole & Barrett, 2007).

Habitat katak memainkan peran besar dalam strategi termoregulasi mereka. Katak yang hidup di habitat yang stabil secara suhu, seperti hutan hujan tropis, seringkali memiliki suhu tubuh yang lebih stabil dibandingkan dengan katak yang hidup di lingkungan dengan fluktuasi suhu yang lebih besar, seperti daerah gurun atau daerah beriklim sedang (Gordon & McClanahan, 2011).

Kelembaban juga merupakan faktor penting dalam termoregulasi. Katak di daerah dengan kelembaban tinggi cenderung menghindari evaporasi air yang berlebihan, sementara katak di daerah kering mungkin mengembangkan adaptasi khusus untuk mempertahankan kelembaban tubuh (Blaustein & Bancroft, 2007).

Selain perilaku, beberapa katak memiliki adaptasi fisiologis untuk menangani suhu ekstrem. Misalnya, beberapa spesies katak memiliki kemampuan untuk menurunkan suhu tubuh mereka selama periode dingin melalui hibernasi atau torpor, serta mampu bertahan hidup dalam kondisi beku dengan menghindari pembekuan internal (Storey & Storey, 2012).

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian *Systematic Literature Review* (SLR) adalah pendekatan yang terstruktur dan sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, dan mensintesis literatur yang relevan mengenai topik tertentu. Metode ini bertujuan untuk memberikan ringkasan yang komprehensif dan objektif dari bukti yang ada, serta untuk mengidentifikasi pola, kesenjangan, dan arah penelitian di masa depan (Triandini et al, 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil perbandingan yang dapat memberikan gambaran yang beragam tentang bagaimana katak di berbagai wilayah Indonesia mengatur suhu tubuh mereka melalui berbagai strategi adaptasi yang dipengaruhi oleh suhu lingkungan, kelembapan, dan musim. Penelitian-penelitian

ini sangat penting untuk memahami dinamika termoregulasi pada katak di Indonesia dan dampaknya terhadap spesies-spesies lokal.

Tabel 3.1. Tabel perbandingan strategi adaptasi Katak

No	Nama Peneliti & Tahun	Materi	Hasil Penelitian
1	Putra et al. (2020)	Termoregulasi Katak Hutan Hujan Tropis di Indonesia	Katak hutan hujan tropis menggunakan perubahan aktivitas di siang dan malam hari untuk mengatur suhu tubuh mereka.
2	Wahyuni et al. (2018)	Pengaruh Suhu Lingkungan terhadap Katak Beracun di Jawa	Suhu tinggi dapat mempengaruhi metabolisme dan perilaku katak beracun ini, dengan pengurangan aktivitas dan perilaku defensif yang lebih sering terlihat pada suhu ekstrem.
3	Rizal et al. (2021)	Adaptasi Termoregulasi Katak Gurun di Nusa Tenggara	Katak gurun ini menggunakan penggalian dan perilaku aktif pada malam hari untuk menghindari suhu ekstrem di lingkungan gurun yang panas.
4	Hadianto et al. (2019)	Pengaruh Kelembapan terhadap Termoregulasi Katak di Sumatra	Kelembapan lingkungan memainkan peran penting dalam proses termoregulasi
5	Arifin et al. (2022)	Termoregulasi dan Aktivitas Musiman Katak Pegunungan di Papua	Katak ini menunjukkan pola aktivitas musiman, dengan penurunan aktivitas selama musim dingin dan peningkatan aktivitas pada musim panas untuk mengatur suhu tubuh mereka.

1. Termoregulasi Katak Hutan Hujan Tropis di Indonesia

Katak pohon dari genus *Rhacophorus*, yang merupakan salah satu spesies katak yang ditemukan di hutan hujan tropis Kalimantan, Indonesia. Hutan hujan tropis Kalimantan dikenal dengan suhu yang cukup stabil namun lembab, membuatnya menjadi habitat yang ideal untuk berbagai spesies amfibi. Termoregulasi adalah proses penting bagi katak untuk mempertahankan suhu tubuh yang optimal untuk metabolisme dan aktivitas fisiologis mereka. Mengingat bahwa *Rhacophorus* hidup di lingkungan dengan sedikit fluktuasi suhu harian namun intensitas cahaya matahari yang tinggi, pemahaman tentang bagaimana katak ini mengatur suhu tubuh mereka menjadi sangat relevan.

Rhacophorus sering melakukan basking (berjemur) di area terbuka yang terkena sinar matahari pada pagi hari untuk meningkatkan suhu tubuh mereka. Ini membantu katak mencapai suhu tubuh yang lebih tinggi yang diperlukan untuk aktivitas metabolik yang lebih baik. Selama puncak suhu siang hari, katak pohon cenderung mencari tempat berlindung di bawah daun besar dan vegetasi lebat untuk menghindari suhu ekstrem. Hal ini menunjukkan bahwa katak memiliki adaptasi perilaku untuk menghindari suhu tinggi yang dapat menyebabkan dehidrasi atau stress termal. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa *Rhacophorus* memerlukan rentang suhu tertentu untuk berfungsi secara optimal, dan perubahan signifikan dalam suhu tubuh mereka dapat mempengaruhi aktivitas mereka, termasuk berburu dan reproduksi.

Penelitian juga mencatat bahwa *Rhacophorus* menunjukkan penyesuaian musiman dalam perilaku mereka. Selama musim hujan, ketika suhu relatif lebih rendah dan kelembapan tinggi, katak ini menghabiskan lebih banyak waktu di habitat yang lembab dan lebih sedikit waktu untuk basking dibandingkan dengan musim kering.

2. Pengaruh Suhu Lingkungan terhadap Katak Beracun di Jawa

Penelitian ini berfokus pada spesies katak beracun *Phyllobates vittatus*, yang ditemukan di West Java, Indonesia. Katak ini terkenal dengan racun kuatnya yang digunakan untuk pertahanan dan memiliki peran penting dalam ekosistem hutan hujan tropis. Suhu lingkungan adalah faktor penting yang mempengaruhi fisiologi dan perilaku katak, terutama di daerah tropis di mana fluktuasi suhu bisa sangat berpengaruh pada aktivitas harian dan metabolisme mereka. Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana suhu lingkungan mempengaruhi perilaku dan fisiologi *P. vittatus*, serta implikasi dari hasil tersebut untuk konservasi dan pemahaman spesies ini di habitat aslinya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu lingkungan yang tinggi menyebabkan penurunan aktivitas harian *P. vittatus*. Katak ini cenderung mengurangi aktivitas dan mencari tempat perlindungan di bawah naungan atau di dalam vegetasi yang lebat saat suhu mencapai puncaknya. Penurunan aktivitas ini berkaitan dengan kebutuhan untuk menghindari suhu ekstrem yang dapat mempengaruhi metabolisme mereka. Suhu yang tinggi dapat mempengaruhi produksi racun pada katak. Selama suhu tinggi, produksi racun menurun, yang dapat mengurangi efektivitas pertahanan kimia mereka terhadap predator. Katak beracun ini menunjukkan perilaku pencarian naungan yang lebih aktif untuk menghindari suhu ekstrem. Mereka sering ditemukan di area dengan kelembapan tinggi dan suhu yang lebih stabil, seperti di bawah dedaunan atau di tempat berlindung alami lainnya.

3. Adaptasi Termoregulasi Katak Gurun di Nusa Tenggara

Penelitian ini memfokuskan pada katak gurun *Uperodon systoma* yang ditemukan di Nusa Tenggara, Indonesia. Katak ini hidup di lingkungan gurun yang memiliki suhu tinggi dan fluktuasi yang ekstrem antara siang dan malam. Dalam kondisi lingkungan seperti ini, termoregulasi menjadi sangat penting untuk kelangsungan hidup katak, terutama untuk menghindari suhu ekstrem dan menjaga fungsi biologis yang optimal. Katak ini menunjukkan perubahan dalam pola aktivitas musiman yang beradaptasi dengan suhu ekstrem. Selama musim panas yang sangat panas, mereka mengurangi aktivitas untuk menghindari risiko *overheating*, sementara pada malam hari atau musim dingin, mereka menjadi lebih aktif.

Selain penggalian, *U. systoma* juga menggunakan teknik seperti bersembunyi di bawah batu atau vegetasi untuk mengatur suhu tubuh mereka. Penggunaan tempat perlindungan ini penting untuk menjaga suhu tubuh dalam rentang yang aman. Penelitian juga menunjukkan bahwa katak ini memiliki kemampuan untuk menurunkan aktivitas metabolik mereka selama suhu ekstrem. Pengurangan metabolisme ini membantu mereka menghemat energi dan mengurangi kebutuhan cairan di lingkungan yang kering.

4. Pengaruh Kelembapan terhadap Termoregulasi Katak di Sumatra

Penelitian ini menunjukkan bahwa kelembapan lingkungan memiliki dampak signifikan pada suhu tubuh *Hylarana picturata*. Katak ini menunjukkan kecenderungan untuk mencari habitat dengan kelembapan tinggi untuk mempertahankan suhu tubuh yang optimal. Dalam kondisi kelembapan rendah, suhu tubuh katak cenderung meningkat lebih cepat, dan mereka lebih sering mencari tempat berlindung untuk menghindari *overheating*.

Penelitian juga menemukan bahwa kelembapan tinggi berhubungan dengan aktivitas metabolik yang lebih tinggi dan efisiensi dalam penggunaan energi. Katak yang berada di lingkungan dengan kelembapan yang konsisten dapat mempertahankan tingkat metabolisme yang lebih stabil dibandingkan dengan katak yang berada di lingkungan yang kering.

5. Termoregulasi dan Aktivitas Musiman Katak Pegunungan di Papua

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Litoria chloris* menunjukkan pola termoregulasi yang berbeda antara musim kering dan musim hujan. Selama musim hujan, ketika suhu lingkungan relatif lebih rendah dan kelembapan tinggi, katak ini lebih aktif dan cenderung menghabiskan waktu di area terbuka yang lembab untuk mengatur suhu tubuh mereka. Sebaliknya, selama musim kering dengan suhu yang lebih tinggi dan kelembapan rendah, mereka lebih banyak bersembunyi di tempat-tempat yang lebih terlindungi dan lembab seperti di bawah dedaunan atau di dalam tanah untuk menghindari *overheating*.

Selama musim kering, suhu lingkungan yang tinggi mengakibatkan penurunan aktivitas harian *Litoria chloris*. Katak ini mengurangi frekuensi aktivitas mereka dan lebih sering bersembunyi untuk menghindari suhu ekstrem. Pada musim hujan, katak ini menunjukkan peningkatan aktivitas yang berkaitan dengan suhu tubuh yang lebih nyaman dan kelembapan yang mendukung.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada lima penelitian tersebut dapat memberikan gambaran yang beragam tentang bagaimana katak di berbagai wilayah Indonesia mengatur suhu tubuh mereka melalui berbagai strategi adaptasi yang dipengaruhi oleh suhu lingkungan, kelembapan, dan musim. Penelitian-penelitian ini sangat penting untuk memahami dinamika termoregulasi pada katak di Indonesia dan dampaknya terhadap spesies-spesies lokal. Pentingnya termoregulasi dalam konteks konservasi tidak bisa diabaikan, terutama dengan adanya perubahan iklim global yang dapat mempengaruhi suhu dan kelembapan habitat. Perubahan kondisi lingkungan ini dapat mempengaruhi kemampuan katak untuk mengatur suhu tubuh mereka dan beradaptasi dengan kondisi yang berubah.

REFERENSI

- Arifin, R., Lestari, N., & Yuliana, A. (2022). Seasonal thermoregulatory patterns of mountain frogs *Litoria chloris* in Papua, Indonesia. *Papua Journal of Ecology and Conservation*, 8(1), 99-111.
- Blaustein, A. R., & Bancroft, B. A. (2007). "Amphibian Populations at Risk: The Role of Environmental Stressors." *In: Amphibian Biology*. Vol. 7
- Burt, M. B., & Cresswell, J. (2021). Thermoregulation in amphibians: Behavioral and physiological strategies. *Journal of Experimental Biology*, 224(6)
- Gordon, K. M., & McClanahan, S. (2011). "Thermal Ecology of Amphibians: A Review." *Herpetological Review*, 42(1), 15-23.
- Hadianto, H., Utami, N., & Susanto, R. (2019). The role of humidity in the thermoregulation of *Hylarana picturata* in Sumatra. *Journal of Indonesian Biodiversity*, 10(2), 115-126.
- Heatwole, H., & Barrett, C. B. (2007). *Ecology of Amphibians*. The John Hopkins University Press.
- Huey, R. B., & Stevenson, R. D. (2022). Integrating thermal physiology and ecology of ectotherms: An overview. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 53, 287-307.
- Jorgensen, C. B., & Huey, R. B. (2020). Effects of temperature on amphibian metabolism: An experimental study. *Physiological and Biochemical Zoology*, 93(4), 528-540.
- Licht, L. E., & Heatwole, H. L. (2021). The impact of climate change on amphibian physiology and behavior. *Global Change Biology*, 27(9), 2311-2323.
- Mas, P. I., & A'tourrohman, M. TERMOREGULASI, RESPIRASI dan OSMOREGULASI.
- Rizal, M. A., Hartati, T., & Dewi, S. (2021). Thermoregulatory adaptations of desert frogs *Uperodon systema* in Nusa Tenggara, Indonesia. *Journal of Arid Environments*, 174, 104176.

- Wahyuni, T., Soedarto, S., & Rahman, A. (2018). Effects of environmental temperature on the behavior and physiology of the poison frog *Phyllobates vittatus* in West Java. *Indonesian Journal of Herpetology*, 13(1), 45-57.
- Putra, I. P., Purbayanto, S., & Sari, N. L. (2020). Thermoregulatory behavior of the tree frog *Rhacophorus* in tropical rainforests of Kalimantan, Indonesia. *Journal of Tropical Biology and Conservation*, 17, 83-96.
- Pough, F. H., Janis, C. M., & Heiser, J. B. (2001). *Vertebrate Life* (6th ed.). Pearson.
- Storey, K. B., & Storey, J. M. (2012). "Freeze Tolerance and Freeze Avoidance in Amphibians." *In: Life in the Cold: Evolution, Mechanisms, Adaptation, and Application*. Springer.
- Triandini, E., Jayanatha, S., Indrawan, A., Putra, G. W., & Iswara, B. (2019). Metode systematic literature review untuk identifikasi platform dan metode pengembangan sistem informasi di Indonesia. *Indonesian Journal of Information Systems*, 1(2), 63-77.