

PENGARUH UKURAN TUBUH TERHADAP WAKTU KEMATIAN ANGGANG-ANGGANG BERDASARKAN VARIASI POLUTAN DETERGEN DAN PEWARNA KAIN

I K. Putra Juliantara^{a*}, I Gusti Putu Agus Ferry Sutrisna Putra^b,

Ni Made Suartini^c, I Wayan Wahyudi^d

^{a,c}Program Studi Biologi, Universitas Udayana

^bProgram Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, STIKES Wira Medika Bali

^dProgram Studi Biologi, Universitas Hindu Indonesia

*Email: putrajuliantara@unud.ac.id

Abstrak. Sampai saat ini, penelitian tentang pemanfaatan anggang-anggang sebagai bioindikator terhadap pencemaran di perairan tawar yang disebabkan oleh polutan dari detergen dan pewarna kain sintetis secara komprehensif, kaitannya dengan pengaruh ukuran tubuh anggang-anggang dan waktu kematiannya belum dilakukan. Anggang-anggang (makro-invertebrata) dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator pencemaran yang berperan sebagai gejala awal (*early warning*) terhadap perubahan lingkungan akibat berbagai aktivitas manusia, seperti: industri tekstil, pertanian, perumahan, dan pariwisata. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran tubuh terhadap waktu kematian anggang-anggang (*Gerris marginatus*) berdasarkan variasi polutan detergen dan pewarna kain sintetis. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan rancangan perlakuan faktorial 4x4 sehingga terdapat 16 perlakuan. Terdapat 3 kelompok anggang-anggang dalam penelitian ini yaitu kelompok 1 dengan ukuran 0,7-1,13 cm, kelompok 2 dengan ukuran 1,14-1,57 cm dan kelompok 3 dengan ukuran 1,58- 2,0 cm. Rancangan percobaan yang digunakan adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 48 unit penelitian (4x4x3). Pengaruh interaksi terjadi antara ukuran tubuh, detergen, dan pewarna kain sintetis ($P < 0,05$). Selain itu, perbedaan waktu kematian secara nyata juga terjadi jika hanya diperlakukan dengan perbedaan ukuran tubuh ($P < 0,05$), konsentrasi detergen ($P < 0,05$) atau konsentrasi pewarna kain sintetis ($P < 0,05$). Waktu kematian anggang-anggang secara nyata terjadi jika hanya diperlakukan dengan perbedaan ukuran tubuh, konsentrasi detergen, atau konsentrasi pewarna kain sintetis serta terjadi interaksi antara ukuran tubuh, konsentrasi detergen, dan konsentrasi pewarna kain sintetis. Selain itu, semakin besar ukuran tubuh anggang-anggang, semakin lama waktu kematian anggang-anggang.

Kata Kunci: Anggang-anggang, Detergen, Ekotoksikologi, Gerridae, Hemiptera

PENDAHULUAN

Zat pencemar yang biasanya ditemukan pada lingkungan perairan tawar adalah detergen dan pewarna kain sintesis. Semakin meningkatnya jumlah penduduk, semakin

meningkat pula pemanfaatan detergen oleh masyarakat untuk mencuci pakaian. Rata-rata pemanfaatan detergen tiap rumah tangga di Indonesia sebesar 50 gram/ hari (Tang dan Dirawan, 2023).

Selain itu, meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap sandang menyebabkan pemanfaatan pewarna kain sintetis oleh industri tekstil skala rumahan maupun skala besar juga semakin meningkat. Keunggulan pewarna kain sintetis, antara lain: warna tahan lama, harga terjangkau, dan pilihan warna yang beragam jika dibandingkan dengan pewarna kain alami (Agustina dkk., 2011). Pengurangan dampak pencemaran dari air limbah dilakukan dengan proses daur ulang limbah industri (*industrial water treatment recycle process*) yang biasanya dilakukan oleh industri-industri tekstil yang berwawasan lingkungan (Wardhana, 2004). Faktanya, tidak semua industri tekstil yang menggunakan pewarna kain sintetis, melakukan proses daur ulang limbah industri sehingga perairan yang letaknya dekat industri tekstil menjadi tercemar.

Anggang-anggang termasuk serangga bertungkai panjang yang hidup di atas permukaan air. Kebanyakan jenis anggang-anggang memiliki warna gelap atau hitam dengan antenna yang berbentuk silindris dan berukuran lebih panjang dari kepala, panjang metafemur melewati ujung abdomen dan ukuran tubuhnya antara 3-18 mm (Borror *et. al*, 1989; Schuh dan Slater, 1995; Bouchard, 2004; Heckman, 2011).

Hasil analisis probit menunjukkan bahwa 50% anggang-anggang mati dalam jangka waktu 24 jam (LC₅₀-24 jam) jika diperlakukan dengan konsentrasi detergen 4,33 ppm atau pewarna kain sintetis 33,49 ppm (Juliantara dan Putra, 2017). Selain itu, detergen berpengaruh negatif terhadap daya tahan hidup anggang-anggang dalam waktu 24 jam ($P < 0,05$), demikian juga pengaruh pewarna kain sintesis ($P < 0,05$). Akan tetapi, tidak ada pengaruh interaksi dari detergen dan pewarna kain sintetis terhadap kematian anggang-anggang ($P > 0,05$) (Juliantara dkk., 2015).

Sampai saat ini, penelitian tentang pemanfaatan anggang-anggang sebagai bioindikator terhadap pencemaran di perairan tawar yang disebabkan oleh polutan dari detergen dan pewarna kain sintetis secara komprehensif kaitannya dengan pengaruh

ukuran tubuh anggang-anggang dan waktu kematiannya belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, pemanfaatan anggang-anggang (makro-invertebrata) sebagai bioindikator diharapkan dapat memberikan manfaat kepada masyarakat sebagai gejala awal (*early warning*) terhadap perubahan lingkungan akibat berbagai aktivitas manusia, seperti: industri tekstil, pertanian, perumahan, dan pariwisata (Tjokrokusumo, 2006).

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan dalam penelitian ini antara lain: detergen, pewarna kain sintetis, anggang-anggang, aquades, air sungai, dan kertas label. Sedangkan, alat-alat dalam penelitian ini adalah neraca analitik, gelas ukur, kamera, lembar observasi, *stop watch*, bejana plastik dengan volume 16 L, pipet tetes, dan mistar.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan perlakuan faktorial 4×4 sehingga terdapat 16 perlakuan. Konsentrasi detergen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0 ppm, 3 ppm, 6 ppm, dan 9 ppm. Sedangkan konsentrasi pewarna kain sintetis yaitu 0 ppm, 15 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan sehingga diperoleh 48 unit penelitian ($4 \times 4 \times 3$). Terdapat 10 subunit penelitian (anggang-anggang) untuk setiap unit penelitian sehingga terdapat 480 subunit penelitian. Berdasarkan ukuran tubuhnya, terdapat tiga kelompok anggang-anggang dalam penelitian ini, yaitu kelompok 1 dengan ukuran tubuh 0,7–1,13 cm, kelompok 2 dengan ukuran tubuh 1,14–1,57 cm, dan kelompok 3 dengan ukuran tubuh 1,58–2,0 cm. Data kuantitatif berupa waktu kematian anggang-anggang dianalisis dengan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil Uji ANOVA dapat dilihat pada tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa pengaruh interaksi terjadi antara ukuran tubuh, detergen, dan pewarna kain sintetis ($P < 0,05$). Selain itu, perbedaan waktu kematian secara nyata juga terjadi jika hanya

diperlakukan dengan perbedaan ukuran tubuh ($P < 0,05$), konsentrasi detergen ($P < 0,05$) atau konsentrasi pewarna kain sintetis ($P < 0,05$).

Tabel 1. Uji Analysis of Variance (ANOVA)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	825325682 ^a	140	5895183,441	3,749	,000
Intercept	100155340	1	100155340,1	63,694	,000
Ukuran Tubuh	92701500,1	13	7130884,622	4,535	,000
Detergen	130414414	3	43471471,39	27,646	,000
Pewarna Kain Sintetis	56978608,4	3	18992869,45	12,078	,000
Ukuran tubuh* Detergen*Pewarna Kain Sintetis	301838218	121	2494530,728	1,586	,001
Error	533062379	339	1572455,397		
Total	1978808034	480			
Corrected Total	1358388061	479			

A R Squared = ,608 (Adjusted R Squared = ,446)

Uji *post hoc* (duncan) (Tabel 2) dilakukan untuk mengetahui pasangan perlakuan yang berbeda signifikan. Rata-rata waktu kematian anggang-anggang pada ukuran tubuh kelompok 1 (0,7- 1,13 cm), kelompok 2 (1,14-1,57 cm) dan kelompok 3 (1,58- 2,0 cm) berturut-turut adalah 482,9 menit, 1302,6 menit, dan 1588,7 menit.

Tabel 2. Uji Post Hoc (Duncan)

Kelompok Ukuran Tubuh	N	Subset	
	1	2	1
1	126	482,9206	
2	271		1302,6015
3	83		1588,6627
Sig.		1,000	0,081

Pembahasan

Serangga sangat rentan terhadap perubahan suhu, kelembapan, kondisi kimiawi habitat dan ketersediaan air (Schowalter, 2006). Toksisitas zat mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya suhu yang akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut (DO) di dalam air (Koren dan Bisesi, 2003; Wardhana, 2004; Boyd, 2005). Rata-rata waktu kematian anggang-anggang yang berukuran 1,58 – 2,0 cm paling lama (1588,7 menit) dibandingkan anggang-anggang dengan ukuran tubuh

lainnya (tabel 2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa anggang-anggang dengan ukuran tubuh yang paling besar (1,58-2,0 cm) memiliki waktu kematian yang lebih lama (1588,7 menit) dibandingkan dengan anggang-anggang berukuran lebih kecil. Kondisi ini diduga berkaitan dengan semakin besar ukuran tubuh anggang-anggang, semakin baik adaptasi fisiologisnya terhadap tekanan lingkungan termasuk polutan. Semakin besar ukuran anggang-anggang, semakin adaptif terhadap tekanan lingkungan seperti polutan detergen dan pewarna kain sintetis. Hal ini diperkuat oleh penelitian Cadmus *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa ukuran tubuh serangga air merupakan prediktor penting kerentanan terhadap polutan (logam) dalam air. Model toksisitas yang memperhitungkan fenologi serangga dengan mengintegrasikan perkembangan ukuran alami organisme berpotensi meningkatkan akurasi dalam memprediksi efek polutan (logam) di lingkungan.

Selain ukuran tubuh, konsentrasi detergen dan pewarna kain sintetis juga berpengaruh nyata terhadap waktu kematian anggang-anggang (Tabel 1). Semakin tinggi konsentrasi polutan yang terdapat di perairan, semakin besar pula tekanan lingkungan yang diterima oleh organisme akuatik. Adanya interaksi antara ukuran tubuh, konsentrasi detergen, dan konsentrasi pewarna kain sintetis menunjukkan bahwa respons anggang-anggang terhadap pencemaran dipengaruhi oleh kombinasi faktor biologis dan faktor lingkungan. Hasil ini memperkuat potensi anggang-anggang (Hemiptera: Gerridae) sebagai organisme bioindikator/ alat ekotoksikologi/ biomonitor yang dapat digunakan untuk mendeteksi/ mengevaluasi perubahan kualitas perairan akibat masuknya berbagai jenis polutan (Bakonyi *et al.*, 2022; Saleem and Afsheen, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa apabila polutan detergen dan pewarna kain sintetis berada di badan air tawar, dapat diprediksi bahwa anggang-anggang yang berukuran kecil lebih cepat mati dibandingkan dengan anggang-anggang yang berukuran lebih besar. Oleh sebab itu, semakin besar ukuran tubuh anggang-anggang, semakin lama waktu kematian anggang-anggang tersebut.

Di dalam penelitian ini, anggang-anggang berperan sebagai bioindikator lingkungan. Bioindikator lingkungan adalah spesies atau kelompok spesies yang diamati dan diukur responnya terhadap perubahan kondisi lingkungan (Samways, 2005). Bioindikator dapat digunakan untuk menunjukkan perubahan fisik lingkungan, perubahan kimia yang terkait dengan berbagai bentuk polusi, dan perubahan status ekologi habitat (Hodkinson dan Jackson, 2005). Anggang-anggang termasuk ke dalam spesies detektor yaitu spesies penghuni asli pada suatu habitat yang mampu menunjukkan adanya perubahan yang dapat diukur, misalnya perubahan perilaku, kematian, dan morfologi yang terjadi pada kondisi lingkungan yang telah berubah (Spellerberg, 2005; Samways *et al.*, 2010).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Waktu kematian anggang-anggang secara nyata jika hanya diperlakukan dengan perbedaan ukuran tubuh, konsentrasi detergen, atau konsentrasi pewarna kain sintetis serta terjadi interaksi antara ukuran tubuh, konsentrasi detergen, dan konsentrasi pewarna kain sintetis. Selain itu, semakin besar ukuran tubuh anggang-anggang, semakin lama waktu kematian anggang-anggang tersebut.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar penelitian selanjutnya mengkaji pengaruh polutan lain yang umum mencemari perairan tawar, seperti pestisida, logam berat, atau limbah organik terhadap daya tahan hidup anggang-anggang (*Gerris marginatus*). Pemanfaatan anggang-anggang sebagai bioindikator kualitas lingkungan perairan tawar juga perlu dikembangkan sebagai metode pemantauan lingkungan yang sederhana, cepat, dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, T.E., E. Nurisman, Prasetyowati, N. Haryani, L. Cundari, A. Novisa, O. Khristina. (2011). Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintesis dengan Menggunakan Reagen Fenton. Naskah Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3. Palembang 26-27 Oktober.

- Bakonyi G, Vásárhelyi T, Szabó B. Pollution impacts on water bugs (Nepomorpha, Gerromorpha): state of the art and their biomonitoring potential. *Environ Monit Assess.* 2022 Mar 28;194(4):301. doi: 10.1007/s10661-022-09961-2. PMID: 35344112; PMCID: PMC8960648.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn., N.F. Johnson. (1989). *An Introduction to The Study of Insects*. Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Bouchard, R.W. (2004). *Guide to Aquatic Macroinvertebrates of The Upper Midwest*. University of Minnesota: Water Resources Center.
- Boyd, C.E. (2005). LC50 Calculations Help Predict Toxicity. Auburn University: USA.
- Cadmus P, Kotalik CJ, Jefferson AL, Wheeler SH, McMahon AE, Clements WH. Size-Dependent Sensitivity of Aquatic Insects to Metals. *Environ Sci Technol.* 2020 Jan 21;54(2):955-964. doi: 10.1021/acs.est.9b04089. Epub 2020 Jan 8. PMID: 31846309; PMCID: PMC6978812.
- Heckman, C.W. (2011). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects (Hemiptera-Heteroptera)*. USA: Springer Science.
- Hodkinson, I.A., and J.K. Jackson. (2005). Terrestrial and Aquatic Invertebrates as Bioindicators for Environmental Monitoring, with Particular Reference to Mountain Ecosystems. *Journal Environmental Management*, 35 (5): 649-666.
- Juliantara, I. K.P., N.L. Watiniasih, I. W. Kasa. (2015). Toksisitas Detergen dan Pewarna Kain Sintetis Terhadap Anggang-Anggang (*Gerris marginatus*). *Jurnal Biologi*, 19 (1): 15 – 20.
- Juliantara, I. K. P., dan I.G.P.A.F.S. Putra. (2017). Lethal Concentration Anggang-Anggang (*Gerris marginatus*) terhadap Detergen Dan Pewarna Kain Sintetis. *Jurnal Ilmiah Medicamento* 3(1): 48-52.
- Koren, H., M. Bisesi. (2003). *Handbook of Environmental Health; Pollutant Interactions in Air, Water, and Soil*. CRC Pres LLC: USA.
- Saleem R, Afsheen S. Analysis of antioxidants in water striders (Hemiptera: Gerridae) as bioindicator of water pollution. *Braz J Biol.* 2022 May 20;84:e258106. doi: 10.1590/1519-6984.258106. PMID: 35584458.
- Samways, M.J. (2005). *Insect Diversity Conservation*. Cambridge University Press: New York.
- Samways, M.J., M.A. McGeoch, T.R. New. (2010). *Insect Conservation; A Handbook of Approaches and Methods*. Oxford University Press Inc: New York
- Schowalter, T.D. (2006). *Insect Ecology: An Ecosystem Approach*. Elsevier: USA.
- Schuh, R.T., J.A. Slater. (1995). *True Bugs of The World (Hemiptera: Heteroptera; Classification and Natural History)*. USA: Cornell University Press.
- Tang, M, dan G.D. Dirawan. (2023). Pengaruh Pengetahuan , Sikap, dan Motivasi Masyarakat terhadap Perilaku Penggunaan Detergen. *UNM Environmental Journals*, 6 (3): 1-10. Doi: <https://doi.org/10.26858/uej.v6i3>
- Tjokrokusumo, S.W. (2006). Benthik Makro-invertebrata sebagai Bioindikator Polusi Lahan Perairan. *Jurnal Hidrosfir*, 1(1): 8-20.
- Wardhana, W. A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset: Yogyakarta