

# KELIMPAHAN KODOK JAM PASIR *Leptophryne Borbonica* DI SEPANJANG ALIRAN SUNGAI CISUREN, BODOGOL, TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO

Dhany Ardiansyah<sup>1</sup>, Arini Karunia<sup>2</sup>, Talita Auliandina<sup>2</sup>, Dien Anugerah Putri<sup>2</sup>, dan Mohamad Isnin Noer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta, Indonesia. <sup>2</sup>Prodi Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

Email: isnin\_noer@yahoo.co.id

---

## ABSTRACT

There is high spatial variation in physical and chemical characteristics both within and between streams, some of which has been linked to natural factors. Stream characteristics affect many biological and physical processes. *Leptophryne borbonica* is stream-dependent toad that spend their life completely in or around stream. The purpose of this study was to determine the effect of habitat characteristics on abundance of *Leptophryne borbonica* in Bodogol, Sukabumi, West Java. Survey was conducted to obtain data on 27 until 29 June 2013 along Cisuren stream of Bodogol. Parameters that used in this study were conductivity, temperature, humidity, and salinity. The findings showed that all physical factors of stream have weak correlation with the abundance of *Leptophryne borbonica*. Abiotic factors that forming an ecosystem could affect the abundance and distribution of a amphibians species, because amphibians are sensitive to environmental change. Our result suggested that chemical characteristics along this stream were within the range of fundamental niche of *Leptophryne borbonica*. However, the slightly different in the number of individuals obtained among plots indicated that there were other factors that may be at play.

*Key words: abundance, Leptophryne borbonica, habitat characteristics, streams*

---

## PENDAHULUAN

Hutan pegunungan tropis umumnya memiliki sungai yang terus menerus mengalir sepanjang tahun. Aktivitas lingkungan sekitar menyebabkan terciptanya kondisi fisik sungai yang sangat bervariasi dari hulu ke hilir (Meyer et al., 2007). Perbedaan kondisi fisik sungai juga diketahui sangat dinamis di sepanjang tahun akibat dari perubahan aktivitas lingkungan tersebut, seperti: sedimentasi, pelapukan vegetasi, pembusukan bangkai hewan, dan curah hujan (Gordon, McMahon, Finlayson, Gippel, & Nathan, 2004). Beberapa bagian sungai dapat mengalami perubahan kondisi fisik yang sangat ekstrim, sedangkan beberapa bagian lain hanya mengalami sedikit perubahan akibat dari aktivitas lingkungan sekitar (Keown, Dardeau, & Causey, 1981).

Kondisi fisik yang secara spasial diketahui sangat bervariasi di sepanjang aliran sungai adalah suhu, salinitas, pH, dan konduktivitas. Suhu air sangat mempengaruhi proses fisik dan biologi. Secara biologi, suhu diketahui mempengaruhi metabolisme, pertumbuhan, perilaku, kompetisi interspesifik, kerentanan terhadap penyakit, dan mortalitas dari suatu organisme (Coutant, 1999), sedangkan secara fisik dapat mempengaruhi konsentrasi gas terlarut (Beschta, Bilby, Brown, Holtby, & Hofstra, 1987). Sedangkan pH dan salinitas diketahui memiliki efek

terhadap pertumbuhan berudu anura (Cummins, 1989; Fuyi, Qingchun, Jinglin, & Guoshuang, 2004).

Sebagian besar anura merupakan satwa yang sangat bergantung kepada wilayah perairan dalam siklus hidupnya (Duellman & Trueb, 1994). Ketergantungan akan wilayah perairan sebagian besar terjadi terutama pada saat fase berudu dimana fase tersebut merupakan fase akuatik. Akan tetapi, ketergantungan tersebut juga terjadi pada beberapa jenis anura dewasa yang dikenal sebagai satwa akuatik dan semi-akuatik. Anura ini diketahui menghabiskan seluruh di dalam atau sekitar wilayah perairan. Oleh karena kebutuhan yang sangat tinggi terhadap sumber air, keberlangsungan hidup jenis anura tersebut sangat bergantung terhadap kondisi fisik perairan. Hal tersebut dikarenakan anura lebih sensitif terhadap perubahan kondisi fisik perairan dibanding jenis lain (Eskew, Price, & Dorcas, 2012), karena beberapa karakter anatomi yang dimilikinya. Dengan demikian, kondisi fisik perairan sungai akan mempengaruhi persebaran dan kelimpahan dari anura tersebut.

*Leptophryne borbonica* atau kodok jam pasir, meskipun bukan merupakan kodok akuatik sejati, namun sebagian besar kodok ini diketahui menghabiskan seluruh hidupnya di sekitar wilayah perairan. Iskandar (1998) melaporkan bahwa kodok ini seringkali ditemukan di sekitar aliran sungai yang jernih dan berarus lambat. Sebagian kodok ini seringkali ditemukan menempel pada dedaunan herba yang pendek di sekitar sungai, sebagian lainnya ditemukan di permukaan tanah atau bebatuan di sekitar aliran air, dan beberapa bahkan ditemukan berada di dalam aliran air (Iskandar, 1998). Persebaran jenis kodok ini di sepanjang aliran sungai belum diketahui dengan baik dan termasuk faktor-faktor fisik sungai yang mempengaruhi persebaran dan kelimpahannya. Mengingat kodok ini sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga persebarannya hanya ditemukan di daerah hutan primer. Oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui hubungan karakteristik fisik sungai terhadap persebaran dan kelimpahan kodok jam pasir di sepanjang aliran sungai.

## **METODE PENELITIAN**

### **LOKASI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 27-29 Juni 2013 di sungai Cisuren, Pusat Pendidikan dan Konservasi Alam Bodogol. Pusat Pendidikan dan Konservasi Alam Bodogol (PPKAB) merupakan hutan primer yang terletak di kaki gunung Pangrango dengan ketinggian berkisar antara 700-800 meter di atas permukaan laut. Wilayah ini memiliki curah hujan sangat tinggi di sepanjang tahun, sedangkan rata-rata suhu dan kelembaban sekitar 20 dan 60 pertahun. PPKAB memiliki dua buah sungai kecil yang dikenal dengan nama Cisuren dan Cikaweni. Sungai Cisuren yang menjadi lokasi penelitian merupakan sungai kecil dengan air yang jernih, dangkal, berarus lambat, dan memiliki lebar sekitar 3 meter. Sungai Cisuren adalah habitat utama dari *Leptophryne borbonica* dan kodok ini ditemukan di sepanjang Sungai Cisuren dengan jumlah yang melimpah di sepanjang tahun.

### **PENGAMBILAN DATA**

Data kelimpahan *Leptophryne borbonica* diperoleh dengan menggunakan kuadrat berukuran 10 x 10 meter. Kuadrat tersebut dibuat sebanyak 15 kuadrat di sepanjang aliran Sungai Cisuren dengan jarak antar kuadrat sepanjang 20 meter. Agar lebih efisien, penentuan dan pembuatan kuadrat dilakukan di siang hari pada hari pertama, sehingga pada hari selanjutnya kegiatan lebih fokus pada pengambilan data *Leptophryne borbonica* dan data fisik. Selain itu, pembuatan kuadrat di siang hari juga bertujuan untuk meminimalisir gangguan pada saat pengambilan data *Leptophryne borbonica* dan data fisik. Setiap kuadrat yang telah dibuat ditandai dengan menggunakan pita merah

yang diberi nomor (kuadrat 1 sampai dengan 15) untuk memudahkan pengambilan sampel di malam hari.

*Leptophryne borbonica* diamati pada malam hari (08.00 – 11.00) di setiap plot yang telah ditentukan sebelumnya secara visual dengan bantuan lampu senter. Pada setiap plot dicatat jumlah individu *Leptophryne borbonica*, substrat, dan jenis amfibi lain yang ditemukan. Kondisi fisik air dan lingkungan juga dicatat di setiap plot, meliputi TDS (*total dissolved solids*), kecepatan arus, salinitas air, suhu air, dan kelembaban air dengan menggunakan *HI 9835 Portable EC/TDS/NaCl/°C Meter*.

#### ANALISIS STATISTIK

Data substrat yang digunakan oleh *Leptophryne borbonica* untuk menempel dianalisis secara deskriptif. Korelasi antara kondisi fisik dan jenis amfibi lain dihitung dengan menggunakan spearman rank. Analisis komponen utama digunakan untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan *Leptophryne borbonica* dengan keseluruhan kondisi fisik air dan jenis amfibi lain. Untuk jenis amfibi lain, hanya *Limnonectes kuhlii* yang dimasukkan ke dalam analisis, karena jenis lainnya tidak ditemukan di setiap plot dan jumlahnya yang sedikit. Dalam analisis komponen utama, kami menggunakan rotasi varimax untuk menyederhanakan pemuatan komponen (*component loadings*) sehingga hasil yang diperoleh dapat mudah diinterpretasi.

## HASIL

Sebanyak 53 individu *Leptophryne borbonica* diperoleh di sepanjang sungai Cisuren dari 15 plot, dengan kelimpahan yang hampir merata di setiap plot (rata-rata=3,53, SE=0,66). Data suhu di seluruh plot tidak menunjukkan nilai yang bervariasi, yaitu dengan kisaran 20,9 – 22 0C (rata-rata=21,47; SE=0,106). Nilai yang cukup bervariasi ditunjukkan oleh parameter kelembaban yang berkisar antara 82-95% (rata-rata=88,6; SE=1,39) dan kecepatan arus berkisar 119,4 – 140,2  $\mu$ s (rata-rata=130,46; SE=1,67). Sedangkan data salinitas menunjukkan nilai yang hampir mendekati angka statis di seluruh plot (0-0,1%).

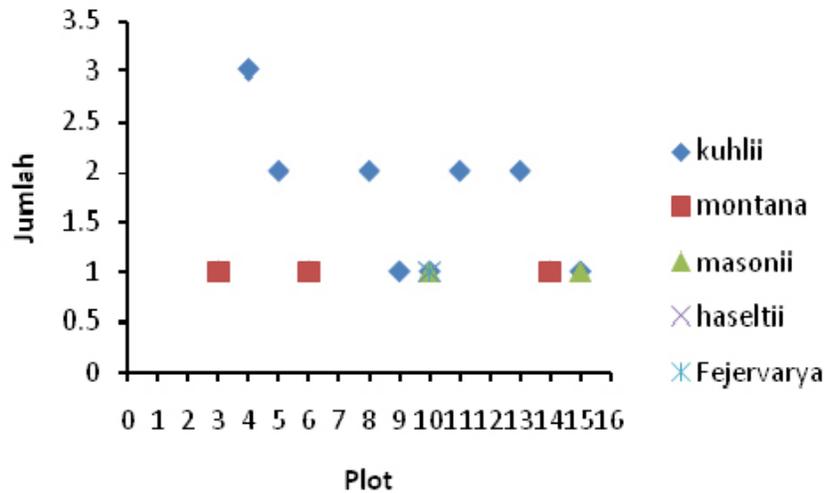
**Tabel 1. Penggunaan substrat oleh *L. borbonica***

Substrat	Rata-rata	Standar eror	Jumlah individu	Frekuensi
Serasah	2.5	1.5	5	2
Batu	2	0.41	18	9
Daun	2.17	0.75	13	6
Cabang pohon	1.5	0.5	3	2
Tanah	2	0	2	1
Akar pohon	1	0	2	2

Berdasarkan data yang diperoleh diketahui bahwa *Leptophryne borbonica* ditemukan pada enam substrat, yaitu: serasah, batu, daun, cabang pohon, tanah, dan akar pohon. Dari keenam substrat tersebut, *Leptophryne borbonica* ditemukan paling banyak pada substrat batu dan daun (tabel 1). Jenis amfibi lain yang ditemukan di seluruh plot adalah *L. kuhlii*, *Megophrys montana*, *Huia masonii*, *Leptobranchium haseltii*, dan *Fejervarya* sp. Diantara kelima jenis tersebut, *L. kuhlii* ditemukan dengan jumlah terbanyak dan sangat kontras dengan jumlah jenis amfibi lainnya (gambar 1). Nilai korelasi Spearman yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara masing-masing kondisi fisik dan kelimpahan *L. kuhlii* dengan kelimpahan *Leptophryne borbonica* memperlihatkan bahwa hubungan yang sangat lemah (Tabel 2).

Berdasarkan nilai komponen matrik yang dirotasi pada analisis komponen utama berdasarkan dua faktor atau

komponen yang digunakan diperoleh faktor 1 yang terdiri atas konduktivitas, suhu, dan kelembaban. Sedangkan faktor 3 terdiri atas salinitas dan kecepatan arus. Grafik ordinasi analisis komponen utama menunjukkan bahwa konduktivitas, suhu, dan salinitas merupakan faktor yang paling mempengaruhi persebaran jenis *Leptophryne borbonica*, hal tersebut terlihat dari anak panah yang lebih panjang dibandingkan dengan faktor lainnya. Kelimpahan *Leptophryne borbonica* dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu, konduktivitas, suhu, dan kecepatan arus. Hal tersebut terlihat dari persebaran data kelimpahan tertinggi *Leptophryne borbonica* pada diagram ordinasi yang berada pada axis sebelah kiri (Gambar 2).



Gambar 1. Kelimpahan jenis amfibi lain di seluruh plot

## PEMBAHASAN

Di Sungai Cisuren, Bodogol, *L.borbonica* ditemukan tersebar merata di seluruh kuadrat. Gradiasi kondisi fisik lingkungan di sepanjang aliran Sungai Cisuren yang relatif sama, memberikan peluang bagi *L.borbonica* untuk dapat menempati setiap ruang di sepanjang aliran sungai tersebut. Tipe substrat yang dipilih oleh *Leptophryne borbonica* untuk beraktivitas sebagian besar adalah batu dan daun. Beberapa jenis anura umumnya menggunakan substrat sebagai penyamaran untuk mengelabui penglihatan predator, sehingga substrat yang dipilih merupakan substrat dengan warna yang serupa dengan warna tubuh anura. Seperti halnya katak pohon, *Pseudacrisregilla*, yang memilih tipe substrat sebagai perlindungan terhadap predator (Morey, 1990). Dengan demikian, pemilihan batu sebagai substrat disebabkan karena warna batu di Sungai Cisuren berwarna serupa dengan tubuh *L.borbonica*. Selain itu, pemilihan tipe substrat juga dipengaruhi oleh karakteristik ujung jari anura. Anura yang memiliki ujung jari dengan kemampuan adesif yang tinggi akan cenderung memilih tipe substrat yang bervariasi (Hou, Chang, & Wang, 2008).

Batu juga diasumsikan sebagai suatu situs yang banyak dipilih oleh katak dalam interaksi sosial. Pemilihan batu sebagai substrat memberikan keuntungan bagi katak untuk mengeluarkan sinyal suara (acoustic signals) yang tidak mudah menipis karena halangan fisik di sekitarnya (Caldart et al., 2014). selain itu, batu juga dianggap sebagai situs yang baik untuk menegaskan daerah teritori dan menetapkan jarak antar individu dalam interaksi sosial (Amézquita and Hödl, 2004).

Di sepanjang aliran Sungai Cisuren, *L.borbonica* diketahui sebagai jenis anura yang paling dominan. Dari beberapa jenis anura yang ditemukan, hanya *L. kuhlii* yang ditemukan dalam jumlah yang cukup banyak. Hal ini terlihat

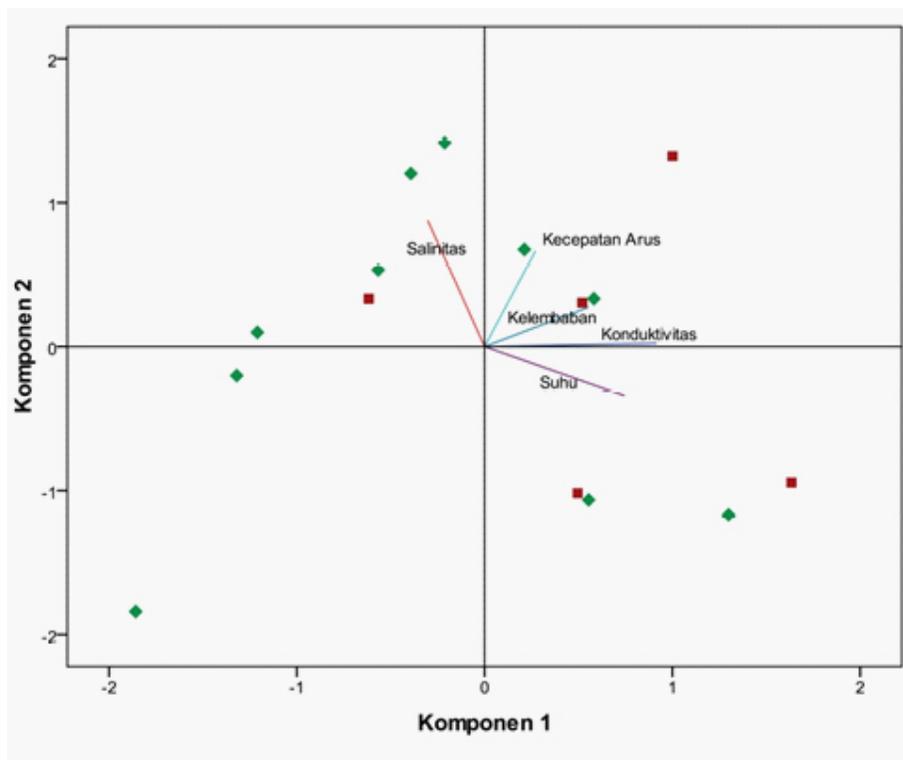
**Tabel 2. Koefisien korelasi antara kelimpahan *L. borbonica* dengan kondisi fisik air dan kelimpahan *L. kuhlii***

		<i>Leptophryne borbonica</i>	
Spearman's rho	<i>Leptophryne borbonica</i>	Correlation Coefficient	1.000
		Sig. (2-tailed)	.
		N	15
Konduktivitas		Correlation Coefficient	.117
		Sig. (2-tailed)	.677
		N	15
Salinitas		Correlation Coefficient	-.066
		Sig. (2-tailed)	.815
		N	15
Suhu		Correlation Coefficient	.247
		Sig. (2-tailed)	.374
		N	15
Kecepatan_Arus		Correlation Coefficient	.207
		Sig. (2-tailed)	.459
		N	15
Kelembaban		Correlation Coefficient	.153
		Sig. (2-tailed)	.585
		N	15
<i>Limnonectes kuhlii</i>		Correlation Coefficient	-.360
		Sig. (2-tailed)	.188
		N	15

dalam diagram, *L. Kuhlii* ditemukan hampir disetiap kuadrat, namun jumlahnya masih lebih sedikit dibandingkan *Leptophryne borbonica*. Penggunaan habitat tertentu oleh suatu jenis ditentukan oleh foraging, makanan, reproduksi, dan karakteristik spesifik dari suatu jenis agar bisa beradaptasi (Perrin & Carugati, 2000). Hal ini dapat membuat beberapa jenis mendominasi suatu wilayah karena kemampuan adaptasinya yang tinggi atau karena kondisi fisik lingkungan yang hanya menyokong kehidupan jenis tertentu. Hal tersebut menyebabkan beberapa jenis tersingkir, atau tetap dapat hidup berdampingan dengannya selama relung yang ditempati tidak tumpang tindih (Pianka, 1973). Dengan demikian dapat diasumsikan jika kondisi lingkungan di Sungai Cisuren cukup baik untuk menyokong keberadaan *Leptophryne borbonica* dan jenis diketahui cukup kompetitif dengan jenis lain.

Amfibi merupakan hewan yang sangat bergantung kepada sumber air, termasuk pada jenis *L.borbonica*. Sumber air di habitat aslinya bagi amfibi adalah sungai. Gradiasi keadaan fisik sungai tentunya akan mempengaruhi komunitas riparian yang bergantung pada habitat perairan (Eskew et al., 2012). Kelimpahan *L.borbonica* terhadap suhu memiliki korelasi positif walaupun korelasinya lemah. Amfibi memiliki toleransi kepada suhu tertentu, amfibi cenderung menempati habitat dengan kisaran suhu tertentu yang menunjang kehidupannya (Freda & Dunson, 1986). Anura membutuhkan kelembaban lebih tinggi dibandingkan reptil dan hewan terestrial lainnya (Ludwig, 1945). Alasannya karena amfibi memiliki kulit permeabel yang harus selalu terjaga kelembabannya, sehingga beberapa jenis anura sangat bergantung dengan habitat akuatik untuk dapat bertahan hidup (Becker, Fonseca, Haddad, Batista, & Prado, 2007; Silva, Oliveira, Gibbs, & Rossa-Feres, 2012). Selain itu, suhu yang sesuai sangat berpengaruh terhadap proses metabolisme, pertumbuhan, dan pertahanan terhadap penyakit (Coutant, 1999). Suhu juga diketahui berdampak terhadap komunikasi pada anura yang mendukung keberhasilan proses reproduksi (Duellman & Trueb, 1994; Oseen & Wassersug, 2002; Wong, Cowling, Cunningham, & Donnelly, 2004).

Faktor lainnya yang diuji adalah konduktivitas dan salinitas air. Pada grafik terlihat bahwa keduanya memiliki



**Gambar 2.** Diagram ordinasi analisis komponen utama yang menunjukkan kedudukan kuadrat pada sumbu ordinasi.

korelasi dengan kelimpahan, namun korelasinya lemah. Salinitas merupakan salah satu parameter yang memiliki dampak pada cara bertahan hidup, pertumbuhan dan perkembangan, serta distribusi dan kelimpahan amfibi (Alexander, Lailvaux, Pechmann, & DeVries, 2012). Amfibi, salah satunya *Leptophryne borbonica*, tidak dapat hidup dengan tingkat salinitas yang tinggi karena memiliki lapisan kulit permeable yang sensitif. Salinitas akan berdampak pada keberhasilan spesies untuk bereproduksi. Aliran sungai Cisuren memiliki kisaran salinitas 0-0,2% diperkirakan berudu dari *L.borbonica* masih dapat toleran dengan angka salinitas tersebut sehingga spesies ini tetap hidup dan melimpah di sepanjang aliran sungai (Alexander et al., 2012).

Konduktivitas merupakan salah satu parameter yang penting untuk melihat kelimpahan suatu spesies yang bergantung pada air. Tingkat konduktivitas yang merupakan salah satu komponen abiotik lingkungan akan berdampak juga pada keberhasilan reproduksi. Berdasarkan toleransi fisiologi dari suatu spesies, faktor abiotik dapat mengakibatkan kelangsungan hidup populasi (Dunson & Travis, 1991; Warner, Travis, & Dunson, 1993). Banyak hewan amfibi, termasuk *L.borbonica* yang hidupnya tergantung pada habitat akuatik, karena fisiologi dan evolusi mereka (Duellman & Trueb, 1994). Hampir semua amfibi memiliki tingkat permeabilitas kulit yang tinggi, sehingga berudunya pun mempunyai kerentanan khusus terhadap unsur kimia dan unsur fisik dalam air tempatnya hidup (Zug, Vitt, & Caldwell, 2001). Sehingga dalam pembahasan ini, konduktivitas yang kaitannya tidak lepas dengan unsur kimia dan fisik yang membentuk air tersebut memainkan peran yang penting dalam kelimpahan dan distribusi dari amfibi.

Faktor abiotik belum tentu akan mempengaruhi kelimpahan suatu spesies, mungkin ada hal lain yang mempengaruhi melimpahnya spesies ini diantaranya sumber makanan, hubungan predator alaminya, kompetisi antar spesies serta degradasi hutan (Sredl & Collins, 1992).

## KESIMPULAN

Terdapat pengaruh karakteristik habitat seperti suhu, kelembaban, salinitas dan konduktivitas terhadap kelimpahan *Leptophryne borbonica* di sepanjang aliran Sungai Cisuren, namun korelasinya lemah *Leptophryne borbonica* cenderung untuk memilih substrat batu dan daun untuk beraktivitas dan *Leptophryne borbonica* di sepanjang aliran Sungai Cisuren berdampingan dengan *Limnonectes kuhlii*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, L. G., Lailvaux, S. P., Pechmann, J. H. K., & DeVries, P. J. (2012). Effects of salinity on early life stages of the Gulf Coast toad, *Incilius nebulifer* (Anura: Bufonidae). *Copeia*, 2012(1), 106–114.
- Amézquita, A., and Hödl, W. (2004): How, when, and where to perform visual displays: the case of the Amazonian frog *Hyla parviceps*. *Herpetologica*, 60: 420–429.
- Becker, C. G., Fonseca, C. R., Haddad, C. F. B., Batista, R. F., & Prado, P. I. (2007). Habitat split and the global decline of amphibians. *Science*, 318(5857), 1775–1777.
- Beschta, R. L., Bilby, R. E., Brown, G. W., Holtby, L. B., & Hofstra, T. D. (1987). Stream temperature and aquatic habitat: fisheries and forestry interactions. *Streamside Management: Forestry and Fishery Interactions*, 57, 191–232.
- Caldart, V.M., Iop, S., and Cechin, S.Z. (2014): Social interactions in a neotropical stream frog reveal a complex repertoire of visual signals and the use of multimodal communication. *Behaviour* 151: 719–739.
- Coutant, C. C. (1999). *Perspectives on temperature in the Pacific Northwest's fresh waters*. Oak Ridge National Lab., TN (US).
- Cummins, C. P. (1989). Interaction between the effects of pH and density on growth and development in *Rana temporaria* L. tadpoles. *Functional Ecology*, 45–52.
- Duellman, W. E., & Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*. Johns Hopkins University Press.
- Dunson, W. A., & Travis, J. (1991). The role of abiotic factors in community organization. *American Naturalist*, 1067–1091.
- Eskew, E. A., Price, S. J., & Dorcas, M. E. (2012). Effects of River-Flow Regulation on Anuran Occupancy and Abundance in Riparian Zones. *Conservation Biology*, 26(3), 504–512.
- Freda, J., & Dunson, W. A. (1986). Effects of low pH and other chemical variables on the local distribution of amphibians. *Copeia*, 454–466.
- Fuyi, Y., Qingchun, S., Jinglin, L., & Guoshuang, C. (2004). Effects of Salinity and Alkalinity on Tadpole and Abnormal Young Frog of *Rana chensinensis* [J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 1, 11.
- Gordon, N. D., McMahon, T. A., Finlayson, B. L., Gippel, C. J., & Nathan, R. J. (2004). *Stream hydrology: an introduction for ecologists*. John Wiley & Sons.
- Hou, W.-S., Chang, Y.-H., & Wang, H.-W. (2008). Climatic effects and impacts of lakeshore bank designs on the activity of *Chirixalus idiootocus* in Yilan, Taiwan. *Ecological Engineering*, 32(1), 52–59.
- Iskandar, D. T. (1998). *The amphibians of Java and Bali*. Research and Development Centre for Biology Lipi.
- Keown, M. P., Dardeau, E. A., & Causey, E. M. (1981). *Characterization of the suspended-sediment regime and bed-*

- material gradation of the Mississippi River basin*. US Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Ludwig, D. (1945). The effects of atmospheric humidity on animal life. *Physiological Zoology*, 18(2), 103–135.
- Meyer, J. L., Strayer, D. L., Wallace, J. B., Eggert, S. L., Helfman, G. S., & Leonard, N. E. (2007). The Contribution of Headwater Streams to Biodiversity in River Networks. *Journal of the American Water Resources Association*, 43(1), 86–103.
- Morey, S. R. (1990). Microhabitat selection and predation in the Pacific treefrog, *Pseudacris regilla*. *Journal of Herpetology*, 292–296.
- Oseen, K. L., & Wassersug, R. J. (2002). Environmental factors influencing calling in sympatric anurans. *Oecologia*, 133(4), 616–625.
- Perrin, M. R., & Carugati, C. (2000). Habitat use by the Cape clawless otter and the spotted-necked otter in the KwaZulu-Natal Drakensberg, South Africa. *South African Journal of Wildlife Research*, 30(3), 103–113.
- Pianka, E. R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 53–74.
- Silva, F. R., Oliveira, T. A. L., Gibbs, J. P., & Rossa-Feres, D. C. (2012). An experimental assessment of landscape configuration effects on frog and toad abundance and diversity in tropical agro-savannah landscapes of southeastern Brazil. *Landscape Ecology*, 27(1), 87–96.
- Sredl, M. J., & Collins, J. P. (1992). The interaction of predation, competition, and habitat complexity in structuring an amphibian community. *Copeia*, 607–614.
- Warner, S. C., Travis, J., & Dunson, W. A. (1993). Effect of pH variation of interspecific competition between two species of hylid tadpoles. *Ecology*, 183–194.
- Wong, B., Cowling, A. N. N., Cunningham, R. B., & Donnelly, C. F. (2004). Do temperature and social environment interact to affect call rate in frogs (*Crinia signifera*)? *Austral Ecology*, 29(2), 209–214.
- Zug, G. R., Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2001). *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. Academic Press.