

INVASI UDANG AIR TAWAR *Macrobrachium lanchesteri* DI DANAU BOLANO TOGA, TOLI-TOLI, SULAWESI TENGAH

Invasion Of Freshwater Prawn *Macrobrachium lanchesteri* In Lake Bolano Toga, Toli-Toli, Sulawesi Tengah

Safira¹, dan Annawaty^{2*}

²UPT Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Parigi Moutong, Sulawesi Tengah

¹Laboratorium Biosistematika Hewan dan Evolusi, Jurusan Biologi, Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah

Keywords:

Freshwater prawn, Macrobrachium lanchesteri, invasion, Lake Bolano Toga

ABSTRACT

Sulawesi Island has long been known as one of the regions in Indonesia that holds a wealth of freshwater shrimp species in both lentic and lotic waters. One of the lentic waters in Sulawesi is Lake Bolano Tago which is located in Toli-Toli Regency, Central Sulawesi. This research aims to reveal the population and abundance of freshwater shrimp in the lake. Sampling was carried out in April 2022 along the lake's littoral zone which was divided into 7 stations using purposive sampling methods. Sampling effort at each station was carried out for 4 hours. Environmental physicochemical factors measured include water temperature, brightness, dissolved oxygen levels, and water acidity levels. Specimen identification was carried out at the Animal Biosystematics and Evolution Laboratory, Biology Department, FMIPA, Tadulako University. Identification was conducted based on morphological characters by following the identification key of Wowor et al (2004). The results of this research revealed that of the freshwater shrimp collected as many as 1,165 individuals in the lake, all consisted of one species, namely *Macrobrachium lanchesteri*. This species belonging to the Palaemonidae family is not native to Indonesia but comes from the Oriental region. *Macrobrachium lanchesteri* was first described based on a type specimen originating from Thailand. Its presence in Lake Bolano Toga is quite worrying because of its invasive nature. With the abundant presence of the *M. lanchesteri* species at all stations, it can be confirmed that the *M. lanchesteri* species has invaded Lake Bolano Toga.

Kata Kunci:

Udang air tawar, Macrobrachium lanchesteri, invasi, Danau Bolano Toga

ABSTRAK

Pulau Sulawesi telah lama dikenal sebagai salah satu wilayah di Indonesia yang menyimpan kekayaan jenis udang air tawar baik di perairan lentic maupun perairan lotik. Salah satu perairan lentic di Sulawesi adalah Danau Bolano Tago yang terletak di Kabupaten Toli-Toli, Sulawesi Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan populasi dan kelimpahan udang air tawar di danau tersebut. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan April 2022 disepanjang zona litoral danau yang dibagi menjadi 7 stasiun dengan menggunakan metode *purposive sampling*. *Sampling effort* di setiap stasiun dilakukan selama 4 jam. Faktor fisika-kimia lingkungan yang diukur meliputi suhu air, kecerahan, kadar oksigen terlarut dan kadar keasaman air. Identifikasi spesimen dilaksanakan di Laboratorium Biosistematika Hewan dan Evolusi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Tadulako. Identifikasi didasarkan pada karakter morfologi dengan mengikuti kunci identifikasi Wowor *et al* (2004). Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa dari udang air tawar yang dikoleksi sebanyak 1.165 individu di danau, semuanya terdiri dari satu spesies yaitu *Macrobrachium lanchesteri*. Spesies yang tergolong famili Palaemonidae ini bukanlah spesies asli Indonesia, tetapi berasal dari wilayah Oriental. *Macrobrachium lanchesteri* pertama kali dideskripsi berdasarkan *type specimen* yang berasal dari Thailand. Kehadirannya di Danau Bolano Toga cukup mengkhawatirkan karena sifatnya yang invasif. Dengan keberadaan spesies *M. lanchesteri* yang berlimpah di semua stasiun, maka dapat dipastikan bahwa spesies *Macrobrachium lanchesteri* telah menginvasi Danau Bolano Toga.

*Corresponding Author : annawaty09@gmail.com

PENDAHULUAN

Pulau Sulawesi merupakan wilayah yang memiliki keanekaragaman fauna yang tinggi (Myers *et al.*, 2000), termasuk udang air tawar. Hal ini diperkuat dengan adanya laporan bahwa terdapat 54 jenis udang air tawar genus *Caridina* dari pulau ini, dan 34 jenis diantaranya merupakan spesies endemik (Annawaty and Wowor, 2015).

Udang air tawar memiliki peranan penting bagi ekosistem, karena peranannya sebagai komponen dalam rantai makanan pada perairan. Sebagian besar udang air tawar adalah pemakan detritus di perairan yang sangat berperan penting dalam mendaur ulang materi organik (Wowor *et al.*, 2004). Peranan lainnya adalah sebagai makanan bagi hewan air lainnya yang umumnya berukuran lebih besar.

Penelitian mengenai udang air tawar di danau-danau di Sulawesi telah dilakukan dalam kurun waktu lebih dari 10 tahun terakhir ini, terutama udang air tawar di Danau Poso, Sistem Danau Malili, dan Danau Lindu (Annawaty and Wowor, 2015). Penelitian mengenai udang air tawar Sulawesi, terfokus pada taksonomi dan evolusi udang atyid di perairan lentik khususnya danau purba (*ancient lake*). Di Danau Poso, telah dilaporkan 11 spesies udang air tawar yang seluruhnya anggota genus *Caridina* (Schenkel, 1902; Cai and Wowor, 2007; von Rintelen and Cai, 2009; Klotz *et al.*, 2021). Sistem Danau Malili

dilaporkan sebanyak 15 spesies *Caridina* (Woltereck, 1937a, 1937b; Roy *et al.*, 2006; Zitzler and Cai, 2006; Cai *et al.*, 2009; von Rintelen and Cai, 2009). Di Danau Lindu dilaporkan sebanyak 3 spesies (Roux, 1904; Annawaty and Wowor, 2015).

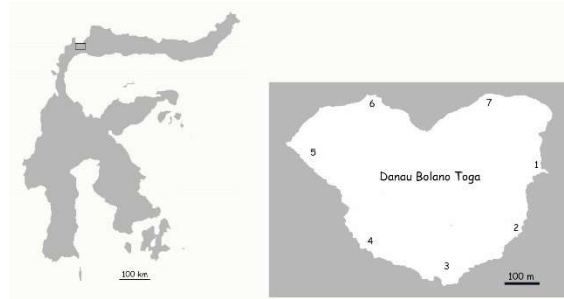
Salah satu danau di Sulawesi yang memiliki kekayaan udang air tawar adalah Danau Bolano Toga. Danau ini, secara administratif terletak di Desa Betengon, Kecamatan Dondo, Kabupaten Toli-Toli Sulawesi Tengah. Danau yang terletak di bawah kaki Gunung Toga ini, memiliki luas 898 Ha dan ketinggian 28 Mdpl. Selain kekayaan udang air tawar, Danau Bolano Toga dihuni oleh berbagai jenis ikan seperti ikan sidat yang oleh masyarakat setempat disebut ikan luping, selain itu ada ikan gabus yang oleh penduduk setempat disebut ikan lambele, terdapat ikan mas, ikan mujair dan ikan nila (observasi pribadi).

Meskipun Danau Bolano Toga memiliki beragam kekayaan fauna akuatik, namun hingga saat ini belum tersedia informasi ilmiah mengenai kekayaan jenis biota akuatik di danau tersebut, terutama udang air tawarnya. Padahal ketersediaan informasi ilmiah terkini mengenai kekayaan jenis biota di suatu kawasan sangat penting menjadi dasar bagi konservasi keanekaragaman hayati maupun pemanfaatannya secara berkelanjutan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui populasi dan kelimpahan udang tawar di

Danau Bolano Toga, Toli-Toli Sulawesi Tengah.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel dilaksanakan pada bulan April 2022 di Danau Bolano Toga, Desa Betengon, Kecamatan Dondo, Kabupaten Toli-Toli Sulawesi Tengah (Gambar 1) dan identifikasi sampel dilaksanakan pada bulan April hingga September 2022 di Laboratorium Biosistemika Hewan dan Evolusi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Tadulako, Palu.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Danau Bolano Toga.

Danau Bolano Toga secara administratif terletak di Desa Betengon, Kecamatan Dondo, Kabupaten Toli-Toli, Sulawesi Tengah. Sekeliling tepian danau ditumbuhi oleh berbagai macam vegetasi, di antaranya terdapat banyak semak-semak yang tumbuh liar pada stasiun I, III dan IV, sedangkan pada stasiun VI dan stasiun VII terdapat pohon *Macaranga* sp. Pada stasiun II dan stasiun V banyak dijumpai pohon sagu dan sisa-sisa batang sagu maupun pelepah dan daun sagu yang terendam air.

Tahapan-tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengoleksian Sampel

Pengambilan sampel udang air tawar dilakukan di 7 stasiun di sepanjang zona littoral danau (Gambar 1) dan memperhatikan tempat yang menjadi habitat udang air tawar. Sampling dilakukan dari atas perahu untuk alasan keselamatan peneliti, karena tidak memungkinkan untuk melakukan pengoleksian dengan turun langsung kedalam danau, hal ini disebabkan karena dasar danau merupakan lumpur hisap. Pengambilan sampel pada setiap stasiun dilakukan dengan *sampling effort* selama 4 jam dimulai pukul 08.00 WITA sampai 11.00 WITA menggunakan *tray net*. Selama pengoleksian, juga dilakukan pengukuran parameter lingkungan meliputi suhu air menggunakan termometer, tingkat keasaman air menggunakan pH meter, kecerahan air menggunakan *secchi disk*, kadar oksigen terlarut menggunakan DO meter, koordinat serta ketinggian lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Selain itu, diamati juga secara deskriptif mengenai habitat serta substrat lokasi sampling.

2. Pengawetan Sampel

Sampel udang air tawar hasil koleksi, difiksasi menggunakan alkohol 96% di

dalam botol sampel dan diberi label. Sebelum diawetkan, beberapa sampel dipotret dalam *photo tank* menggunakan kamera.

3. Identifikasi

Identifikasi menggunakan mikroskop stereo dilakukan di Laboratorium Biosistemika Hewan dan Evolusi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Tadulako. Sampel diidentifikasi secara morfologi menggunakan Wowor *et al.* (2004).

4. Analisis Data

Data penelitian dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman jenis Shannon (H') (Magurran, 2004)

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

P_i = Perbandingan jumlah individu tiap spesies terhadap jumlah individu seluruh spesies.

(Shannon and Weaver, 1964)

HASIL / RESULT

Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan pada populasi udang air tawar di Danau Bolano Toga, hanya diperoleh satu spesies yaitu *Macrobrachium lanchesteri* atau yang dikenal sebagai udang putih (Gambar 2).

Tabel 2. Parameter lingkungan habitat udang air tawar di Danau Bolano Toga

Stasiun	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	Kecerahan Air (m)	Substrat	Habitat
---------	-----------	-----------	----	-------------------	----------	---------



Gambar 2. Morfologi *Macrobrachium lanchesteri* dari Danau Bolano Toga

Kelimpahan udang ini serta struktur populasinya di setiap stasiun di danau Bolano Toga dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kelimpahan *Macrobrachium lanchesteri* di setiap stasiun

Stasiun	Sex			Jumlah
	♂	♀	♀ _{ov}	
1	121	114	10	245
2	127	103	36	266
3	64	56	8	128
4	136	137	14	287
5	46	28	2	76
6	51	23	9	83
7	40	33	7	80
Jumlah	586	494	85	1.165

Ket:

♂ = Jantan ♀ = Betina ♀_{ov} = Betina bertelur

Kondisi fisika-kimia habitat Danau Bolano Toga dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

1	31	7,43	6,71	35 cm	Lumpur	Akar semak-semak dan paku-pakuan yang menjuntai ke air
2	31	7,43	6,84	29 cm	Lumpur	Akar semak-semak yang menjuntai ke air, pohon sagu, sisa batang dan daun sagu yang terendam air
3	31	7,45	6,80	30 cm	Lumpur	Ranting pohon yang menjuntai ke air, akar semak-semak yang menjuntai ke air, rumput
4	32	7,30	6,94	30 cm	Lumpur	Akar semak-semak yang menjuntai ke air, rumput
5	32	7,43	6,93	27 cm	Lumpur	Rumput, pohon sagu, sisa batang dan daun sagu yang terendam air
6	31	7,42	6,86	32 cm	Lumpur	Ranting pohon yang menjuntai ke air, semak-semak
7	31	7,40	6,71	37 cm	Lumpur	Ranting pohon yang menjuntai ke air, semak-semak

PEMBAHASAN

Hasil analisis data yang menunjukkan bahwa hanya ada satu spesies udang air tawar yang ditemukan di Danau Bolano Toga tentu saja menyuratkan bahwa indeks keanekaragaman udang air tawar di danau ini bernilai 0. Karena tidak ditemukan satupun udang air tawar selain dari spesies *Macrobrachium lanchesteri* yang hidup di danau. Udang *M. lanchesteri* dikategorikan sebagai spesies asing atau spesies eksotik di Indonesia, karena jenis udang ini bukanlah fauna asli Indonesia. Spesies yang tergolong famili Palaemonidae ini berasal dari wilayah Oriental. *Macrobrachium lanchesteri* pertama kali dideskripsi berdasarkan *type specimen* yang berasal dari Thailand (Lanchester, 1901; De Man, 1911). Penyebaran spesies udang air tawar ini meliputi Thailand, Malaysia, Myanmar, Singapura, dan Indonesia (Ng, 1995).

Kehadiran *M. lanchesteri* di Sulawesi Tengah mulai dideteksi pada tahun 2011, pada saat ditemukan untuk pertama kalinya di Danau Lindu (Annawaty & Wowor, 2016). Saat itu spesimen *M. lanchesteri* yang ditemukan terbatas di sekitar Pulau Bola dan di bagian barat Danau Lindu yang berbatasan dengan lokasi cottage Festival Danau Lindu (FDL). Setelah itu beberapa tulisan selanjutnya melaporkan keberadaan spesies ini di Sungai Sopo, Sigi (Mangesa, 2019) dan Danau Talaga, Donggala (Rosfina, 2022).

Sebenarnya mengapa keberadaan *M. lanchesteri* di suatu wilayah perairan ini mengkhawatirkan? Menurut Wowor *et. al.* (2004), *M. lanchesteri* merupakan udang air tawar yang bersifat invasif di beberapa wilayah Asia Tenggara karena kehadirannya dapat memberikan dampak negatif bagi spesies asli di suatu perairan.

Sifatnya yang mampu menempati berbagai macam habitat perairan membuat spesies ini mudah hidup dan berkembang sehingga berpotensi menjadi predator atau pesaing bagi spesies asli. Hal ini dapat terjadi karena *M. lanchesteri* mampu bersaing dengan spesies lokal dalam mendapatkan sumber daya seperti nutrisi, ruang dan air. *Macrobrachium lanchesteri* biasanya ditemukan di perairan yang mengalir lambat di perairan terbuka (Johnson, 1961). Karena itu kondisi habitat di Danau Bolano Toga sangat cocok bagi spesies ini, apalagi dengan ketersediaan makanan berupa detritus yang melimpah di sepanjang zona littoral Danau Bolano Toga. Kondisi fisik kimia perairan juga mendukung pertumbuhan dan perkembangan fauna di dalamnya, dimana kondisi fisik dan kimia danau masih berada dalam batasan yang normal berdasarkan Lampiran 2 PP RI Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Menurut Permen LHK RI Nomor P.94/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2016, Jenis Asing Invasif (JAI) adalah tumbuhan, hewan, mikroorganisme, dan organisme lain yang bukan merupakan bagian dari suatu ekosistem yang dapat menimbulkan kerusakan ekosistem, lingkungan, kerugian ekonomi, dan/atau berdampak negatif terhadap keanekaragaman hayati dan kesehatan manusia. Spesies invasif awalnya

masuk sebagai spesies asing/eksotik (*alien species*) yang kemudian beradaptasi dan berkembang biak dengan cepat di wilayah penyebarannya yang baru.

Awal mula penyebaran spesies *M. lanchesteri* di danau Bolano Toga tidak diketahui dengan pasti. Apalagi belum pernah ada laporan ilmiah sebelumnya mengenai fauna akuatik di danau ini, baik studi taksonomi maupun ekologi. Sehingga tidak diketahui juga apakah sebelumnya ada spesies udang lain yang menghuni danau dan kemudian posisinya tergantikan oleh spesies invasif *M. lanchesteri* ini, ataukah memang tidak ada jenis udang lain yang sebelumnya pernah menghuni danau. Menurut Annawaty *et. al.* (2016) keberadaan *M. lanchesteri* di suatu perairan dapat terjadi karena adanya aktivitas perikanan berupa penebaran bibit ikan komersional di danau atau kolam. Berdasarkan wawancara dengan masyarakat lokal di sekitar Danau Bolano Toga, di danau ini beberapa kali pernah dilakukan introduksi ikan-ikan komersil seperti ikan nila, ikan mujair, ikan mas, dan ikan gabus secara berturut-turut pada tahun 2019, 2020, dan 2021 oleh pemerintah setempat. Aktivitas inilah yang nampaknya menyebabkan larva udang *M. lanchesteri* dapat terikut secara tidak sengaja dengan media anakan ikan pada saat dilakukan penebaran benih ikan tersebut. Ikan komersil yang merupakan ikan introduksi ini juga

dijumpai di beberapa danau lain di Sulawesi seperti Danau Bolano (Bolan Sau), Danau Lindu, Danau Poso, Danau Rano, Danau Sibili, Danau Talaga dan Danau Kalimpa'a (Herjayanto dkk, 2019)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa spesies *M. lanchesteri* melimpah di semua bagian Danau Bolano Toga (Tabel 1). Tingginya kelimpahan udang ini menunjukkan bahwa spesies udang air tawar ini telah menginvasi Danau Bolano Toga, bahkan hingga ke inlet (stasiun 5) maupun outlet danau (stasiun 1). Kelimpahan tertinggi ditemukan pada stasiun 1, 2 dan 4 di mana habitatnya didominasi oleh semak-semak dan rerumputan (tabel 2), sedangkan stasiun lainnya yang habitatnya berupa pohon sagu ataupun ranting pohon yang menjuntai ke air memiliki kelimpahan yang lebih rendah.

Tingginya kelimpahan spesies *M. lanchesteri* di seluruh bagian danau stasiun nampaknya dipengaruhi oleh habitat yang mendukung, pada stasiun II juga banyak ditemukan *M. lanchesteri* betina bertelur hal ini disebabkan karena habitat yang mendukung untuk berkembangbiakan spesies ini dengan banyaknya semak-semak di pinggiran danau dan terdapat pohon sagu yang akar-akarnya menjadi tempat bagi anakan *M. lanchesteri*.

Macrobrachium lanchesteri termasuk udang air tawar yang dapat menempati berbagai habitat dengan kondisi lingkungan

perairan air tawar yang beragam, bahkan dengan kondisi minimum. Menurut Johnson (1963), *M. lanchesteri* merupakan satu-satunya jenis udang air tawar yang ditemukan di Malaysia yang mampu bertahan hidup di dalam air yang hanya memiliki kandungan oksigen terlarut kurang dari 10%. *Macrobrachium lanchesteri* merupakan jenis invasif yang mampu bersaing dengan jenis-jenis asli dalam mendapatkan sumber makanan, sehingga jenis ini dapat berkembang biak lebih cepat dan biasanya ditemukan di perairan yang mengalir lambat di perairan terbuka.

Macrobrachium lanchesteri dapat ditemukan di perairan daratan tinggi maupun daratan rendah. Annawaty & Wowor (2016) melaporkan adanya spesies ini di Danau Lindu yang merupakan perairan tawar daratan tinggi pada posisi elevasi hampir 1000 meter di atas permukaan laut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *M. lanchesteri* juga ditemukan di perairan daratan rendah (Danau Bolano Toga hanya memiliki elevasi 28 m dpl).

Selain mampu beradaptasi di berbagai kondisi habitat, *M. lanchesteri* juga memiliki laju pertumbuhan yang cepat –sebagaimana ciri dari hewan invasif– membuat spesies ini menguasai seluruh habitat, sumber makanan, dan sepertinya tidak menyisakan ruang bagi spesies udang lain untuk berkembangbiak. Melimpahnya *M. lanchesteri* menunjukkan bahwa spesies ini

telah menginvasi seluruh Danau Bolano Toga.

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu: Populasi udang air tawar di Danau Bolano Toga hanya terdiri dari satu spesies yaitu *Macrobrachium lanchesteri* dan melimpahnya spesies ini di semua bagian danau menunjukkan bahwa spesies *M. lanchesteri* telah menginvasi Danau Bolano Toga.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kedua penulis mengucapkan terima kasih kepada tim lapangan yang telah membantu selama proses sampling di Danau Bolano Toga. Penulis kedua juga mengucapkan terima kasih kepada DIPA BLU Universitas Tadulako Tahun Anggaran 2022 yang telah membiayai sebagian penelitian ini melalui Skema Penelitian Unggulan berdasarkan Perjanjian Kontrak Nomor: 751ac/UN28.2/PL/2022.

DAFTAR PUSTAKA / REFERENCES

Annawaty and Wowor, D. (2015). The Atyid Shrimps From Lake Lindu, Central Sulawesi, Indonesia With Description of Two New Species (*Crustacea: Decapoda; Caridae*). *Zootaxa*, 3957: 501–519.

Cai, Y., and Wowor, D. (2007). Atyidae Shrimps From Lake Poso, Central Sulawesi, Indonesia With Description of a New Species (*Crustacea: Decapoda: Caridae*). *Raffles Bull Zoology*, 55(2) :311– 320.

Cai, Y., Wowor, D., and Choi, S. (2009) Partial Revision Of Freshwater Shrimps From Central Sulawesi, Indonesia, With Descriptions of Two New Species (*Crustacea: Decapoda: Atyidae*). *Zootaxa*, 2045.

Dwiyanto, D., Fahri, dan Annawaty (2018). Keanekaragaman Udang Air Tawar (*Decapoda: Caridae*) di Sungai Batusuya, Sulawesi Tengah, Indonesia. *Scripta Biologica*, 5(2):65–71. Doi: 10.20884/1.SB.2018.5.1.821.

Herjayanto M, Gani A, Adel YS, dan Suhendra N. (2019). Iktiofauna Air Tawar Beberapa Danau dan Sungai Inletnya di Provinsi Sulawesi Tengah, Indonesia. *Journal of Aquatropica Asia* 4(1): 1–9

Johnson, S. D. (1963). Distributional and Other Notes on Some Freshwater Prawns (*Atyidae* And *Palaemonidae*) Mainly From The Indo–West Pacific Region. *Bull. National Museum*, 32 : 5–30.

Krishanthan, G., Thiruchelvan., and Mikunthan, G. N. (2015). Pedestal Study For Diversity of Fhises, Crabs and Shrimps in Kokkilai Lagoon of Sri Langka. *Advan Biol Res*, 9 (1): 49–52.

Klotz, W., Rintelen, V. T., Wowor, D., Lukhaup, C., and Rintelen, V, K. (2021). Lake Poso's Shrimp Fauna Revisited: The Description of Five New Species of The Genus *Caridina* (*Crustacea, Decapoda, Atyidae*) More Than Doubles The Number of Endemic Lacustrine Species. *Zookeys*, 1009 : 81–122.

Klotz, W., and Rintelen, V. K. (2013). Three New Species of *Caridina* (*Decapoda: Atyidae*) From Central Sulawesi and Buton Island, Indonesia, And A Checklist of The Islands' Endemic Species. *Zootaxa*, 3664 (4): 554–570.

- Krebs, C. J. (1985). *Ecological methodology*. Harper and Row, New York (NY) Press.
- Hairul. (2020). Keanekaragaman Udang Air Tawar Famili Atyidae Di Pulau Banggai, Sulawesi Tengah, Indonesia. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako, Palu.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. USA: Blackwell Publishing Com-Pany.
- Martin, J.W., and Davis, G. E. (2001) *An Update Classification of the Recent Crustacea*. Los Angeles, California.
- Mangesa, H. E., Annawaty., dan Fahri. (2016). Inventarisasi Udang Air Tawar di Sungai Toranda, Palolo, Sigi, Sulawesi Tengah. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 5 (3): 288–295.
- Mulyati, T., Fahri, dan Annawaty (2016). Inventarisasi Spesies Udang Air Tawar Genus Caridina di Sungai Poboya Palu, Sulawesi Tengah. Universitas Tadulako, *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 5 (1): 83–96.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., and Kent, J. (2000). Biodiversity Hotspots For Conservation Priorities. *Natures*, 403 (6772), 853-858. doi: 10.1038/35002501.
- Rintelen, V. K., and Cai, Y. (2009). Radiation of Endemic Species Flocks in Ancient Lakes. Systematic Revision of The Freshwater Shrimp *Caridina* H. Milne Edwards, 1837 (*Crustacea: Decapoda: Atyidae*) From The Ancient Lakes Of Sulawesi, Indonesia, With The Description of Eight New Species. *Raffles Bulletin of Zoology*, 57 (2) : 343–452.
- Rosfina. (2020). Kelimpahan dan Distribusi Udang Air Tawar Invasif *Macrobrachium lanchesteri* di Danau Talaga, Sulawesi Tengah. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako, Palu.
- Soomro, A. N., Suzuki, H., Kitazaki, M., and Kobari, T. (2010). Spesies Composition Of Freshwater Shrimp In Kikai-Jima Island, Southern Japan. *Journal of Crustacean Biology*, 30 (4): 721–726.
- Shannon, E. C., and Weaver, W. (1964). *The Mathematical Theory Of Communication*. Urban: University Of Illinois Press.
- Wahyu, A., Farjianto., Himran., Khosim, N., Syafrudin dan Zaiful. (2014) *Pengelolaan Ruang Hidup Masyarakat di dalam dan sekitar Hutan di Sulawesi Tengah*
- Wowor, D., Cai, Y., and Ng, P. K. L. (2004). *Crustacea: Decapoda, Caridae, Freshwater Invertebrata of the Malaysian Region*. Department of Biological Sciences, National University of Singapore, 337–357.
- Wowor, D., Muthu. V., Meier. R., Balke. M. and Cai.Y.Ng. P.K.L. (2009). Evolution of Life History Traits in Asian Freshwater Prawns of Genus *Macrobrachium* (*Crustacea: Decapoda: Palaemonidae*) Based on Multilocus Molecular Phylogenetic Analysis. *Mol Phylogenetic and Evol* 52: 340–350.
- Zitzler, K. and Cai, Y. (2006). *Caridina Spongicola*, New Species, A Freshwater Shrimp (Crustacea: Decapoda: Atyidae) From The Ancient Malili Lake System Of Sulawesi, Indonesia. *Raffles Bulletin Of Zoology*. 54 (2): 271–276.