

ARTIKEL

## POPULASI DAN DISTRIBUSI UDANG AIR TAWAR ENDEMIK *Caridina kaili* DI SUNGAI-SUNGAI INLET DANAU LINDU, SULAWESI

[*Population and Distribution of Endemic Freshwater Shrimp Caridina kaili in Inlet Streams of Lake Lindu, Sulawesi*]

Nur Milasari\*, Annawaty Annawaty

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno Hatta km 9 Tondo Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia.

### ABSTRAK

*Caridina kaili* merupakan spesies endemik Danau Lindu yang dideskripsi oleh Annawaty dan Wowor pada tahun 2015. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui populasi dan peta penyebaran terkini spesies *C. kaili* di sungai-sungai inlet Danau Lindu. Pengoleksian sampel dilaksanakan dengan metode *road sampling* melawan arus sungai pada bulan November 2023 di 27 stasiun. Sampling dilakukan di setiap stasiun sepanjang 200 m searah aliran sungai selama 60 menit/penangkapan (*Catch Per Unit Effort*, CPUE). Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa *C. kaili* ditemukan dengan populasi terbanyak pada Uwe Kaongko dengan kelimpahan mencapai 3.03 ind/m<sup>2</sup> CPUE, tingginya nilai kelimpahan pada stasiun ini karena kondisi habitat yang masih terjaga dengan baik, serta melimpahnya detritus di perairan yang menyediakan sumber makanan yang mendukung kehidupan *C. kaili*. Populasi paling rendah ditemukan di Uwe Langko jembatan 2 dengan kelimpahan hanya 0.01 ind/m<sup>2</sup> CPUE, diduga karena adanya persaingan dengan spesies invasif *Macrobrachium lanchesteri*. Peta penyebaran *C. kaili* pada penelitian ini mengindikasikan adanya dua lokasi baru yang belum pernah dilaporkan sebelumnya yaitu pada Uwe Langko jembatan 1 dan Uwe Langko Jembatan 2, meskipun *C. kaili* ditemukan di lokasi ini dengan jumlah yang sangat sedikit. Beberapa sungai yang sebelumnya diketahui merupakan wilayah penyebaran *C. kaili* yaitu Uwe Pada, Uwe Karatambe, dan Uwe Laga, pada penelitian ini sudah tidak ditemukan lagi keberadaan *C. kaili*. Hilangnya *C. kaili* di tiga sungai tersebut kemungkinan karena kondisi sungai yang telah tercemar sehingga tidak kondusif lagi untuk mendukung kehidupan *C. kaili*.

**Kata Kunci:** *Caridina kaili*, Danau Lindu, Endemik, Spesies Invasif, Sulawesi

## ABSTRACT

*Caridina kaili* is an endemic freshwater shrimp species to Lake Lindu, first described by Annawaty and Wowor in 2015. This study aims to assess the population and update the distribution map of *C. kaili* within the inlet streams of Lake Lindu. Samples were collected in November 2023 using a road sampling method across 27 stations. Each station was sampled along 200 m stretch in the stream with a 60-minutes catch per unit effort (CPUE) per capture. The results of this research reveal that *C. kaili* is found in the highest abundance at Uwe Kaongko, reaching 3.03 individuals per  $m^2$  (CPUE), attributed to well-maintained habitat conditions and abundant detritus providing essential food sources. Conversely, the lowest abundance, at 0.01 individual per  $m^2$  CPUE was observed at Uwe Langko bridge 2, likely due to competition from the invasive species, *Macrobrachium lanchesteri*. This study also identifies two new distribution locations, Uwe Langko Bridge 1 and Uwe Langko Bridge 2, though in low numbers. Streams previously known as *C. kaili* habitats, such as Uwe Pada, Uwe Karatambe, and Uwe Laga, no longer show the presence of this species, likely due to pollution rendering these waters unsuitable for *C. kaili*.

**Keywords:** *Caridina kaili*, Lake Lindu, Endemic, Invasive species, Sulawesi

## PENDAHULUAN

Udang air tawar merupakan fauna akuatik yang tersebar luas di Indonesia, termasuk salah satunya di Pulau Sulawesi. Terdapat dua famili yang terdistribusi di pulau ini, yang terdiri dari famili Palaemonidae dan Atyidae (Holthuis, 1980; Chan, 1998). Famili Atyidae terdiri atas 469 spesies yang sebagian besar merupakan genus *Caridina*. Hingga tahun 2011, genus ini tercatat memiliki 290 spesies (De Grave dan Fransen, 2011). Seiring berjalannya waktu, jumlah spesies ini terus bertambah, terutama di Pulau Sulawesi, dengan ditemukannya banyak spesies baru udang air tawar, baik yang berasal dari danau maupun dari sungai. Tercatat sebanyak 11 spesies baru udang air tawar yang dideksripsi setelah tahun 2011 yang semuanya merupakan spesies endemik (Klotz dan von Rintelen, 2013; Annawaty dan Wowor, 2015; Klotz *et al.*, 2021; Klotz *et al.*, 2023). Karena itu, hingga saat ini total terdapat sebanyak 60 spesies udang air tawar dari genus *Caridina* yang ada di Sulawesi, dengan 40 spesies diantaranya merupakan spesies endemik.

Dari sudut pandang ekologi, udang air tawar berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, karena di satu sisi berperan sebagai salah satu komponen dalam rantai makanan yaitu sebagai pemakan detritus di ekosistem perairan, sedangkan di sisi lain berperan juga sebagai sumber makanan bagi fauna-fauna air lainnya yang berukuran lebih besar. Udang air tawar dapat menghuni beragam habitat perairan tawar seperti kolam, danau, rawa dan sungai (Wowor *et al.*, 2004; Wowor *et al.*, 2009).

Salah satu perairan tawar di Sulawesi Tengah adalah Danau Lindu. Danau yang secara administrasi terletak di Kecamatan Lindu, Kabupaten Sigi (BPS, 2022) ini merupakan danau yang terbentuk karena adanya proses patahan lempeng bumi pada jutaan tahun yang lalu sehingga danau ini termasuk dalam jenis danau tektonik (Suryaatmadja, 2018). Kedalaman Danau Lindu membentuk dua cekungan di sisi utara dan selatan, dengan luas 34,5  $km^2$  (Lukman, 2007). Danau ini memiliki beberapa aliran air sungai, baik berupa inlet maupun outlet yang mana 82,3% dari daerah bagian danau tersebut merupakan kawasan Taman Nasional Lore Lindu (TNLL), sedangkan Danau Lindu dan desa-desa di sekitarnya merupakan enklave dari TNLL (Lukman dan Ridwansyah, 2003).

Danau Lindu memiliki tingkat endemisitas fauna yang tinggi, selama ini dikenal menyimpan beberapa spesies endemik yang meliputi spesies ikan (*Oryzias sarasinorum* dan *O. bonneorum*) dan beberapa jenis kerang (*Corbicula lindoensis* dan *C. sublanata*) serta *Oncomelania hupensis lindoensis* yang merupakan keong air tawar dari kelas Gastropoda (Anthony dkk., 1991; von Rintelen, 2013; Lukman, 2007). Selain itu, terdapat juga Crustacea endemik yang meliputi kepiting *Parathelphusa linduensis* (Roux, 1904), udang *Caridina linduensis*, *C. dali*, dan *C. kaili*. Ketiga spesies genus *Caridina* tersebut memiliki distribusi yang berbeda, seperti spesies *C. linduensis* tersebar di Danau Lindu dan outlet danau, *C. dali* tersebar di Danau Lindu dan inlet danau, dan *C. kaili* hanya ditemukan di inlet danau (Annawaty dan Wowor, 2015).

Distribusi *Caridina kaili* di Sistem Danau Lindu sebelumnya telah dilaporkan oleh Annawaty *et al.*, (2016), yang menemukan penyebaran spesies ini pada 11 titik yang semuanya merupakan inlet danau dengan kecepatan arus pada kategori sedang hingga cepat. *Caridina kaili* memiliki ciri

morfologi berupa rostrum yang sangat pendek, yang memungkinkan spesies ini untuk menghuni perairan yang mengalir dengan arus sedang hingga cepat. Menurut Hartoto dan Wowor (1986), bentuk rostrum yang pendek, dapat mengurangi gesekan antara rostrum dengan arus air yang datang. Hingga hampir satu dekade ini, belum ada laporan terbaru mengenai distribusi *C. kaili*, padahal spesies tersebut merupakan spesies endemik yang rentan mengalami kepunahan, meskipun hingga saat ini belum masuk dalam *red list IUCN* sebagai spesies yang terancam punah. Oleh karena itu, diperlukan pemutakhiran informasi terbaru mengenai populasi dan peta penyebaran spesies udang air tawar *C. kaili* di sungai-sungai inlet Danau Lindu.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Pengoleksian sampel di lapangan dilaksanakan pada bulan November 2023 di sungai-sungai inlet sekeliling Danau Lindu (sungai dalam Bahasa Lindu dikenal dengan nama "Uwe"). Penelitian ini menggunakan metode *road sampling* melawan arus sungai yang dilakukan dengan cara melihat langsung habitat yang memungkinkan adanya *Caridina kaili*. Habitat ini meliputi di bawah atau di sela bebatuan, di bawah atau di antara serasah daun, di sela-sela akar tanaman air dan di bawah atau di permukaan kayu atau sisa tumbuhan yang lapuk. Sampel dikoleksi menggunakan *tray net* dengan mengatur posisi *tray net* melawan arus sungai, kemudian menggunakan tangan dan kaki untuk mengarahkan udang masuk ke dalam alat tersebut (Ng, 2017). Apabila terdapat sampel juvenil yang tertangkap, dihitung jumlahnya, sebagian besar dirilis kembali ke habitatnya. Sampling dilakukan di setiap stasiun sepanjang 200 m selama 60 menit/penangkapan (*Catch Per Unit Effort*, CPUE). Kecuali di dua stasiun yaitu Air Dingin 1 dan Air Dingin 2 panjang lokasi sampling yang bisa dijangkau masing-masing hanya 100 m, karena kondisi sungai yang tidak memungkinkan untuk dilakukan sampling sepanjang 200 m. Sampel udang yang diperoleh kemudian dipreservasi dengan alkohol 96%. Identifikasi sampel dilakukan di Laboratorium Biosistematika Hewan dan Evolusi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Tadulako, menggunakan literatur Annawaty dan Wowor (2015).

### **Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan menghitung kelimpahan *C. kaili* berdasarkan Schoolmann dan Arndt (2018), sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan } C. kaili = \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Luas wilayah}} \text{ (CPUE)}$$

Peta distribusi dibuat berdasarkan data titik koordinat yang diambil menggunakan GPS pada setiap stasiun. Data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam program *Quantum Geographic Information System* (QGIS) 3.22.1 dan *Google Earth*.

## **HASIL**

### **Populasi *Caridina kaili* di Sungai-Sungai Inlet Danau Lindu**

Dari 27 sungai inlet yang ada di sekeliling Danau Lindu, spesies *C. kaili* ditemukan di 10 stasiun sedangkan di 17 stasiun lainnya, spesies ini tidak ditemukan. Jumlah keseluruhan individu udang air tawar *C. kaili* yang dikoleksi dari 10 stasiun tersebut yaitu 395 individu dan yang dirilis sebanyak 1.362 individu (Tabel 1).

**Tabel 1.** Komposisi populasi dan kelimpahan *Caridina kaili* pada setiap stasiun (*Population composition and abundance of Caridina kaili at each location*).

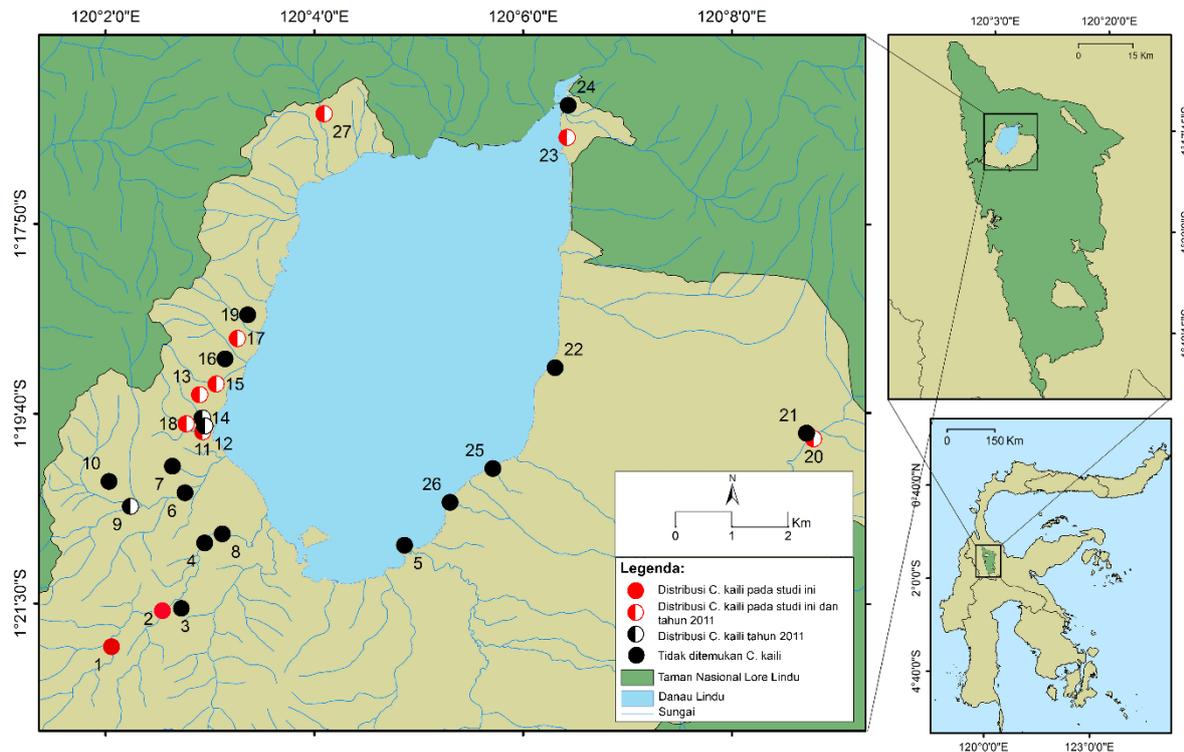
No.	Lokasi sampling (Sampling location)	Jantan (Male)	Betina (Female)	Betina Bertelur (Ovigerous females)	Juvenil (Juveniles)	Jumlah Individu (Number of individuals)	Kelimpahan (Abundance) (Ind/m <sup>2</sup> CPUE)
1	Uwe Langko Jembatan 1	7	10	0	5	22	0.05
2	Uwe Langko Jembatan 2	4	2	0	0	6	0.01
3	Uwe Bobby	40	35	15	295	385	1
4	Uwe Posangkara	40	20	10	84	154	0.77
5	Uwe Lumonga	11	7	3	55	76	0.38
6	Uwe Kaongko	17	34	13	420	484	3.03
7	Uwe Kana	11	12	6	44	73	0.37
8	Uwe Lembosa 1	10	16	0	0	26	0.09
9	Uwe Tokaroru	5	7	3	34	49	0.11
10	Uwe Kumo	14	42	36	390	482	2.04
<b>Jumlah total individu</b> ( <i>Total number of individuals</i> )						1757	



**Gambar 1.** Morfologi *Caridina kaili* (dikoleksi dari Uwe Bobby). Skala bar: 2 mm. (*Morphology of Caridina kaili (Froms Uwe Bobby). Scale bar: 2 mm*).

### **Peta Distribusi *Caridina kaili* di Sungai-Sungai Inlet Danau Lindu**

*Caridina kaili* terdistribusi di 10 stasiun di sungai-sungai inlet Danau Lindu (Gambar 2). Peta distribusi ini sedikit berbeda dengan yang pernah dilaporkan sebelumnya (Annawaty *et al.*, 2016) sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.



**Gambar 2.** Peta distribusi spesies *Caridina kaili* di sungai-sungai inlet Danau Lindu (*Distribution map of the Caridina kaili species in inlet streams of Lake Lindu*)

Keterangan (*Notes*):

- |                          |                    |                   |
|--------------------------|--------------------|-------------------|
| 1. Uwe Langko jembatan 1 | 10. Wunga Perio    | 19. Uwe Anca      |
| 2. Uwe Langko jembatan 2 | 11. Uwe Bobby      | 20. Uwe Lembosa 1 |
| 3. Uwe Puro'o            | 12. Uwe Karatambe  | 21. Uwe Lembosa 2 |
| 4. Uwe Langko            | 13. Uwe Posangkara | 22. Uwe Kanawu    |
| 5. Uwe Kangkuro          | 14. Uwe Laga       | 23. Uwe Tokaroru  |
| 6. Uwe Kulovo            | 15. Uwe Lumonga    | 24. Uwe Lewungu   |
| 7. Uwe Tomado            | 16. Uwe Sisio      | 25. Air Dingin 1  |
| 8. Uwe Langko 2          | 17. Uwe Kaongko    | 26. Air Dingin 2  |
| 9. Uwe Pada              | 18. Uwe Kana       | 27. Uwe Kumo      |

**Tabel 2.** Perbandingan distribusi *Caridina kaili* tahun 2011 (Annawaty dan Wowor, 2016) dengan distribusi pada studi ini (*Comparison of the distribution of Caridina kaili in 2011 (Annawaty and Wowor, 2016) with the distribution in this study*)

No	Lokasi sampling ( <i>Sampling location</i> )	Tipe Sungai ( <i>Type location</i> )			Distribusi pada tahun 2011 ( <i>Distribution in 2011</i> )	Distribusi pada studi ini ( <i>Distribution in this study</i> )
		Kali kecil ( <i>Ditch</i> )	Sungai kecil ( <i>Stream</i> )	Sungai besar ( <i>River</i> )		
1	Uwe Langko jembatan 1	✓			Tidak ada	ada
2	Uwe Langko jembatan 2		✓		Tidak ada	ada
3	Uwe Bobby	✓			Ada	ada
4	Uwe Posangkara	✓			Ada	ada
5	Uwe Lumonga		✓		Ada	ada
6	Uwe Karatambe	✓			Ada	Tidak ada
7	Uwe Pada		✓		Ada	Tidak ada
8	Uwe Kaongko	✓			Ada	ada
9	Uwe Kana	✓			Ada	ada
10	Uwe Laga	✓			Ada	Tidak ada
11	Uwe Lembosa 1			✓	Ada	ada
12	Uwe Kumo	✓			Ada	ada
13	Uwe Tokaroru	✓			Ada	ada

### Pengamatan Parameter Lingkungan

Berdasarkan pengamatan parameter lingkungan yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil pengamatan parameter lingkungan pada setiap stasiun (*Results of observations of environmental parameters at each station*)

No.	Lokasi sampling ( <i>Sampling location</i> )	Kecepatan arus*) ( <i>Current speeds</i> )	Kedalaman sungai (m) ( <i>Stream depth</i> )	Lebar sungai (m) ( <i>Stream width</i> )	Substrat ( <i>Substrate</i> )	Habitat ( <i>Habitat</i> )	Suhu (°C) ( <i>Water temperature</i> )	pH
1	Uwe Langko Jembatan 1	Sedang	0,25	2,40	Berpasir	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	22	6,6
2	Uwe Langko Jembatan 2	Sedang	0,24	3,10	Berpasir	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air, kayu lapuk	22	6,6
3	Uwe Puro'o	Sangat lambat	0,25	1,70	Berpasir	Akar tumbuhan, daun dan ranting yang menjuntai ke air	27	6,6
4	Uwe Langko	Cepat	0,28	6,25	Berpasir	Akar tumbuhan, daun dan ranting yang menjuntai ke air	26	6,8
5	Uwe Kangkuro	Lambat	1,70	10	Berlumpur	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	22	7,2
6	Uwe Kulovo	Lambat	0,3	3,90	Lumpur berbatu	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	28	7,4
7	Uwe Tomado	Sangat lambat	0,1	1,20	Berbatu	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	26	7,8
8	Uwe Langko 2	Cepat	0,26	5,40	Berpasir	Akar tumbuhan, daun dan ranting yang menjuntai ke air, kayu lapuk	26	6,8
9	Uwe Pada	Cepat	0,33	3,10	Batu berpasir	Akar tumbuhan, daun dan ranting yang menjuntai ke air	22	6,9
10	Wunga Perio	Lambat	0,2	1,30	Batu berpasir	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	20	6,9
11	Uwe Bobby	Sedang	0,17	1,30	Berbatu	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	21	7,2
12	Uwe Karatambe	Lambat	0,2	1,70	Batu berpasir	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	21	7,9
13	Uwe Posangkara	Sedang	0,23	1	Batu berpasir	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	20	7,2
14	Uwe Laga	Sangat lambat	0,07	1,50	Berlumpur	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	20	7,9
15	Uwe Lumonga	lambat	0,05	1	Pasir berbatu	Akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air	21	6,8
16	Uwe Sisio	Lambat	0,04	0,5	Batu berpasir	Serasah daun	27	6,8

No.	Lokasi sampling ( <i>Sampling location</i> )	Kecepatan arus*) ( <i>Current speeds</i> )	Kedalaman sungai (m) ( <i>Stream depth</i> )	Lebar sungai (m) ( <i>Stream width</i> )	Substrat ( <i>Substrate</i> )	Habitat ( <i>Habitat</i> )	Suhu (°C) ( <i>Water temperature</i> )	pH
17	Uwe Kaongko	Sangat lambat	0,17	0,8	batu berpasir	Akar tumbuhan	21	7,2
18	Uwe Kana	lambat	0,04	1	batu berpasir	Akar tumbuhan, serasah daun	19	6,9
19	Uwe Anca	Sedang	0,08	1,70	Batu berpasir	Akar tumbuhan, serasah daun	26	6,9
20	Uwe Lembosa 1	Cepat	0,4	12,40	Batu berpasir	Akar tumbuhan	22	6,6
21	Uwe Lembosa 2	Cepat	0,11	1,07	Berbatu	Akar tumbuhan	22	6,6
22	Uwe Kanawu	Sangat lambat	0,85	1,70	Berlumpur	Akar tumbuhan	28	7,5
23	Uwe Tokaroru	Sedang	0,25	2,23	Pasir berbatu	Akar tumbuhan	22	6,6
24	Uwe Lewungu	Sangat lambat	0,35	1	Berlumpur	Akar tumbuhan	26	6,8
25	Air Dingin 1	Sedang	3	3,50	Berlumpur	Akar tumbuhan	21	7,2
26	Air Dingin 2	Sedang	2	4,20	Berlumpur	Akar tumbuhan, dedaunan	21	7,2
27	Uwe Kumo	lambat	0,23	1,18	batu berpasir	Akar tumbuhan, serasah daun	23	6,5

Keterangan (*Notes*): \*) Kategori kecepatan arus berdasarkan Welch dan Lindell (1980) (*Current speed categories based on Welch and Lindell (1980)*)

## PEMBAHASAN

### Kelimpahan Spesies *Caridina kaili* di Sungai-Sungai Inlet Danau Lindu

Spesies *C. kaili* ditemukan terdistribusi pada 10 sungai yang berada disekeliling danau (Gambar 2) dengan jumlah kelimpahan yang beragam (Tabel 1). Sungai-sungai tempat ditemukannya spesies ini umumnya memiliki karakter sebagai berikut: substrat berpasir, berbatu, batu berpasir atau pasir berbatu, habitatnya berupa akar tumbuhan, daun yang menjuntai ke air dan sisa-sisa tumbuhan yang lapuk. *Caridina kaili* mendiami perairan dengan kecepatan arus yang lambat hingga cepat. Berdasarkan hasil pengukuran parameter lingkungan, *C. kaili* hidup pada suhu air 19–23°C dan pH 6,5–7,2 (Tabel 3). Menurut Herjayanto dkk., (2019), *Caridina kaili* menghuni sungai dengan suhu air 18,9–22,7°C. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, baku mutu air kelas 2 untuk perikanan adalah memiliki suhu deviasi 3 dan pH 6–9 (Pemerintah dan Otonom, 2001).

Populasi tertinggi *C. kaili* ditemukan di Uwe Kaongko dengan nilai kelimpahan mencapai 3.03 ind/m<sup>2</sup> CPUE. Dalam studi yang dilakukan oleh Annawaty *et al.*, (2016), Uwe Kaongko juga merupakan sungai yang memiliki populasi *C. kaili* paling tinggi dibandingkan sungai-sungai lainnya di sistem Danau Lindu. Uwe Kaongko memiliki arus sungai yang sangat lambat dengan suhu 21°C. Udang *C. kaili* yang ditemukan di sini umumnya berada di bebatuan berpasir dan di sela-sela akar tumbuhan yang menjuntai ke tepian sungai. Posisi sungai yang cukup jauh dari pemukiman penduduk, membuat habitatnya masih terjaga dengan baik, sehingga sangat kondusif untuk kehidupan *C. kaili*. Selain itu faktor ketersediaan makanan dengan banyaknya serasah dan detritus di perairan, juga nampaknya menjadi faktor pendukung tingginya kelimpahan udang ini di Uwe Kaongko ini.

Selain Uwe Kaongko, sungai lain yang memiliki kelimpahan yang tinggi untuk *C. kaili* adalah Uwe Kumo dan Uwe Boby. Kedua sungai ini memiliki karakter yang hampir mirip dengan Uwe Kaongko, di mana keduanya terletak jauh dari pemukiman penduduk, dengan habitat bebatuan, banyak akar tumbuhan di tepi sungai dan daun-daun yang menjuntai ke air. Habitat ini sekaligus menjadi tempat anakan *C. kaili*, terlihat dari tingginya jumlah juvenil yang ditemukan di ketiga sungai ini (tabel 1).

### Peta Distribusi Spesies *Caridina kaili* di Sungai-Sungai Inlet Danau Lindu

Pada peta distribusi *C. kaili* di sungai-sungai inlet Danau Lindu yang sebelumnya dilaporkan oleh Annawaty *et al.*, (2016), spesies ini ditemukan di bagian utara danau yaitu di Uwe Tokaroru dan Uwe Kumo, bagian timur danau yaitu pada Uwe Lembosa serta di bagian barat danau yaitu di Uwe Posangkara, Uwe Boby, Uwe Karatambe, Uwe Pada, Uwe Lumonga, Uwe Laga, Uwe Kaongko, dan Uwe Kana.

Pada penelitian ini, *C. kaili* juga ditemukan terdistribusi di 10 lokasi, meskipun terdapat perbedaan lokasi dengan yang sebelumnya telah dilaporkan oleh Annawaty *et al.*, (2016). *Caridina kaili* sebagian besar terdistribusi pada tipe sungai yaitu kali kecil dan sungai kecil. Hanya terdapat satu lokasi saja yang merupakan sungai besar ditemukannya *C. kaili* yaitu Uwe Lembosa 1. Peta distribusi *C. kaili* pada penelitian ini memiliki sedikit perbedaan dengan distribusi *C. kaili* yang sebelumnya telah dilaporkan oleh Annawaty *et al.*, (2016), yaitu tidak ditemukannya lagi spesies ini pada Uwe Pada, Uwe Karatambe, dan Uwe Laga (Tabel 2). Hilangnya *C. kaili* dari ketiga sungai ini, kemungkinan disebabkan oleh faktor lingkungan yang sudah tidak mendukung bagi kehidupan udang ini. Posisi Uwe Pada yang terletak di sekitar daerah persawahan memungkinkan sungai ini telah tercemar oleh limbah pestisida yang berasal dari persawahan. Pada Uwe Karatambe dan Uwe Laga, posisinya yang melewati pemukiman penduduk membuat sungai ini telah tercemar oleh berbagai limbah rumah tangga yaitu air sisa deterjen, sampah organik seperti kardus bekas dan sampah anorganik seperti botol air, spanduk bekas bahkan popok bayi.

Dalam studi ini terdapat beberapa sungai yang merupakan daerah penyebaran *C. kaili*, yang sebelumnya belum pernah dilaporkan yaitu pada Uwe Langko yang ditemukan pada dua lokasi yang berbeda yaitu Uwe Langko jembatan 1 dan Uwe Langko jembatan 2 (Tabel 2). Di antara semua sungai inlet lainnya, spesies *C. kaili* ditemukan paling sedikit di Uwe Langko jembatan 2, hal ini

kemungkinan disebabkan oleh adanya spesies invasif *M. lanchesteri* yang ditemukan bersamaan dengan *C. kaili*. Spesies invasif ini dapat menjadi ancaman serius bagi spesies endemik Danau Lindu, walaupun pada stasiun ini hanya ditemukan satu individu *M. lanchesteri*. Selain kedua lokasi tersebut, spesies ini juga ditemukan di Uwe Langko, Uwe Langko 2, Uwe Kanawu, dan Uwe Lewungu. Penemuan *M. lanchesteri* di sungai inlet Danau Lindu ini merupakan laporan terbaru mengenai distribusi spesies invasif ini, karena pada penelitian sebelumnya yaitu Annawaty *et al.*, (2016), *M. lanchesteri* hanya ditemukan terdistribusi di danau. Menurut Silvayanti dan Annawaty (2024), populasi *M. lanchesteri* di Danau Lindu jauh lebih banyak dibandingkan dengan spesies endemik yang ada di Danau Lindu yaitu *C. linduensis*. Karena itu, meluasnya distribusi *M. lanchesteri* ke area inlet danau pada studi ini cukup mengkhawatirkan karena spesies ini mampu beradaptasi dengan cepat di wilayah yang diinvasinya, sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama untuk dapat menggeser spesies endemik Danau Lindu. Sebagaimana menurut Safira dan Annawaty (2023), spesies *M. lanchesteri* mampu menghuni perairan dengan berbagai macam habitat yang memungkinkan spesies ini mudah beradaptasi dan berkembang sehingga memiliki potensi untuk menjadi predator atau pesaing bagi spesies asli di wilayah tersebut.

Salah satu contoh bagaimana keberadaan spesies invasif *M. lanchesteri* mampu menggeser spesies udang air tawar lain yang ada di suatu tempat yaitu terjadi di Danau Lido, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Awalnya di danau ini terdapat dua spesies udang air tawar genus *Macrobrachium* yaitu *M. sintangense* yang merupakan spesies udang asli Indonesia dan *M. lanchesteri* yang merupakan spesies introduksi. Dalam studi populasi yang dilakukan dalam kurun waktu 6 bulan terakhir pada tahun 2015, (Aprila *et al.*, 2020) ditemukan bahwa populasi *M. lanchesteri* sangat melimpah dibandingkan *M. sintangense*, dengan rasio 2,3% berbanding 97,7%. Selanjutnya sampling yang dilakukan pada bulan Desember 2015, January – May 2016 dan May 2017 menunjukkan bahwa *M. sintangense* tidak ditemukan lagi di Danau Lido. Kemampuan *M. lanchesteri* dalam bersaing untuk mendapatkan sumber makanan dan habitat, serta kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan, menyebabkan *M. lanchesteri* mendominasi di danau ini dan pada akhirnya menurut Aprila *et al.*, (2020), *M. sintangense* sejak Desember 2015 hilang dan dianggap punah dari Danau Lido.

Udang air tawar endemik *C. kaili* hanya ditemukan terdistribusi di sungai-sungai inlet Danau Lindu karena adanya faktor pembatas yang menghalangi udang ini untuk terdistribusi di perairan danau. Seperti suhu air danau yang tidak dapat ditoleransi oleh *C. kaili*, dimana suhu perairan danau berkisar 28–29°C sedangkan suhu air habitat *C. kaili* yang ditemukan pada penelitian ini berkisar 19–23°C. Hal ini sesuai dengan yang sebelumnya telah dilaporkan oleh Annawaty *et al.*, (2016), yang menyatakan bahwa suhu air maksimum dari habitat yang dapat ditempati spesies *C. kaili* adalah 23°C. Selain itu, *C. kaili* mempunyai rostrum yang sangat pendek sehingga memungkinkan untuk mendiami perairan dengan aliran deras seperti sungai-sungai inlet Danau Lindu yang memiliki aliran sungai yang lambat hingga cepat. Umumnya semakin tinggi elevasi suatu sungai, maka semakin cepat aliran sungai tersebut.

Adanya beberapa sungai yang ditemukan pada penelitian ini dalam kondisi yang tercemar cukup mengkhawatirkan, dan apabila sungai-sungai lainnya tidak dijaga dengan baik, maka tidak menutup kemungkinan dalam beberapa tahun kedepan akan mengancam keberadaan spesies *C. kaili* ini. Ancaman lain yang dihadapi oleh spesies endemik ini adalah keberadaan spesies invasif *M. lanchesteri* yang sudah berinvasi ke aliran sungai inlet. Hal ini juga akan berpotensi berdampak besar terhadap populasi *C. kaili* karena *M. lanchesteri* mampu beradaptasi dengan cepat di lingkungan sekitarnya.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu udang air tawar *C. kaili* ditemukan dengan jumlah populasi terbanyak pada Uwe Kaongko, Uwe Kumo dan Uwe Bobby karena kondisi lingkungan yang masih mendukung kehidupannya, sedangkan jumlah populasi yang paling rendah pada Uwe Langko jembatan 2, di mana *C. kaili* ditemukan bersama spesies invasif *Macrobrachium lanchesteri*. Spesies *C. kaili* ditemukan terdistribusi pada 10 sungai yang merupakan inlet dari Danau Lindu yaitu Uwe Langko jembatan 1, Uwe Langko jembatan 2, Uwe Bobby, Uwe Posangkara, Uwe Lumonga, Uwe Kaongko, Uwe Kana, Uwe Lembosa, Uwe Tokaroru, dan Uwe Kumo.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Mahfud Kantoro yang telah menyediakan *base camp* selama berlangsungnya penelitian di Danau Lindu. Terima kasih juga kepada seluruh tim penelitian Reza Risaldi, Hiqma Arifqa, Andini Eka Putri, Dina Alifia Armandani, dan Zuhrotul Iman. Penelitian ini didanai sebagian oleh Dana DIPA BLU Universitas Tadulako Tahun Anggaran 2022 dengan Kontrak Nomor: 751ac/UN28.2/PL/2022 yang diberikan kepada penulis kedua. Penulis pertama mengucapkan terima kasih kepada Dr. Daisy Wowor yang telah membimbing penulis pertama dalam melakukan identifikasi udang air tawar pada saat magang di Laboratorium Crustacea, Museum Zoologicum Bogoriense, BRIN 2023.

## KONTRIBUSI PENULIS

NM: mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; AA: membuat konsep penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir.

## REFERENSI

- Annawaty A., Wowor, D., Farajallah, A., Setiadi, D., and Suryobroto, B. 2016. Habitat preferences and distribution of the freshwater shrimps of the genus *Caridina* (Crustacea: Decapoda: Atyidae) in Lake Lindu, Sulawesi. *Hayati Journal Bioscience*, 23(2), pp. 45–50.
- Annawaty, and Wowor, D. 2015. The Atyid shrimps from Lake Lindu, Central Sulawesi, Indonesia with description of two new species (Crustacea: Decapoda: Caridea). *Zootaxa*, 3957(5), pp. 501–519.
- Anthony, W.J., dan Kartawinata, K. 1991. Krisis biologi hilangnya keanekaragaman biologi. Jamthani, H., Soeyanti., Suherly, L. (penerjemah); Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Aprila, L. S., Wowor, D., Boer, M., and Farajallah, A. 2020. Population dynamics of *Macrobrachium sintangense* and *M. lanchesteri* in Lake Lido, West Java. In *IOP conference series: Earth and environmental science*. 457(1).
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Jumlah Desa/Kelurahan menurut Kecamatan di Kabupaten Sigi, 2022. Diperoleh dari website Badan Pusat Statistik: [https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view\\_data\\_pub/7210/api\\_pub/bEVXU252SU9hTjBxWEU3Z2NpS1ZPQT09/da\\_02/1](https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_pub/7210/api_pub/bEVXU252SU9hTjBxWEU3Z2NpS1ZPQT09/da_02/1). Diakses 29 Agustus 2023.
- Bando, A.G., Dwiyanto, D., Fahri., dan Annawaty. 2018. Udang air tawar *Caridina cf. sarasinorum* (Decapoda: Caridea: Atyidae) dari Sungai Pomua Palandu, Poso, Sulawesi Tengah, Indonesia. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 7(3), pp. 292–297.
- Cai Y., and Ng, P.K.L. 2009. The freshwater shrimps of the genera *Caridina* and *Parisia* from karst caves of Sulawesi Selatan, Indonesia, with descriptions of three new species (Crustacea: Decapoda: Caridea: Atyidae). *Journal of Natural History*, 43 (17–18), pp. 1093–1114
- Cai Y., Ng, P.K.L., and Choy, S. 2007. Freshwater shrimp of the family Atyidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) from Peninsular Malaysia and Singapore. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 55(2), pp. 277–309.
- Cai, Y., Wowor, D., and Choy, S. 2009. Partial revision of freshwater shrimps from Central Sulawesi, Indonesia, with descriptions of two new species (Crustacea: Decapoda: Atyidae). *Zootaxa*, 2045(1), pp. 15–32.

- Chan, T.Y. 1998. Shrimps and prawns, Lobster. In: Carpenter KE and Niem VH (eds), FAO identification guide for fisheries purpose, The living marine resources of the Western Central Pacific. Vol 2. FAO, Rome.
- De Grave, S., and Fransen, C.H.J.M. 2011. Carideorum catalogus: the recent species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda). *Zool. Med. Leiden*, 85(9), pp. 195–589.
- De Grave, S., Cai, Y., and Anker, A. 2008. Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater, *Hydrobiologia*, 595, pp. 287–293.
- Hartoto, D. I., and Wowor, D. 1986. Distribusi local *Caridina* spp. dan *Atya spinipes* (Crustacea: Atyidae) di sungai Citamanjaya dan Cibirua kawasan Ujung Kulon. *Zoo Indonesia*, 5, pp. 1–7.
- Heinrich and Hergt. 1999. Atlas Oekologie, Deutsche Verlag, Muenchen, Jerman.
- Herjayanto, M., Ndobe, S., Abdillah, A., Muamar, M., Melaty, P., Fadli, M., Suhendra, N., Waris, A., dan Musdalifa, M. 2019. Preliminary study of *Caridina kaili* domestication, endemic shrimp to lake lindu, Central Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9(2), pp. 165–173.
- Holthuis, L.B. 1980. FAO species catalogue. Vol.1. Shrimp and prawn of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish Synop*, 125(1), pp. 271.
- Klotz, W., and von Rintelen, 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), pp. 554–570.
- Klotz, W., Karge, A., and von Rintelen, K. 2007. A redescription of two atyid shrimps (Decapoda: *Caridina*) from Central Sulawesi, Indonesia. *Zootaxa*, 1466, pp. 1–10.
- Klotz, W., Wowor, D., von Rintelen., K., and Lukhaup, C. 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, pp. 81–122.
- Klotz1, W., von Rintelen, T., Annawaty., Wowor, D., and von Rintelen, K. 2023. *Caridina clandestina*, new species, an unusual new freshwater shrimp (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from the remote high elevation Napu Valley of Sulawesi, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology*, 71, pp. 12–25.
- Lukman dan Ridwansyah, I. 2003. Kondisi daerah tangkapan dan ciri morfometri Danau Lindu Sulawesi Tengah. *Oseanologi and Limnologi di Indonesia*, 35, pp. 11–20.
- Lukman. 2007. Danau Lindu keteduhan yang merindu. LIPI Press, Jakarta. 68 p.
- Mangesa, H E., Fahri., dan Annawaty. 2016. Inventarisasi udang air tawar di Sungai Toranda, Palolo, Sigi, Sulawesi Tengah, Indonesia. *Online Journal of Natural Science*, 5(3), pp. 288–295.
- Mazancourt, V. D., Marquet, G., and Keith, P. 2017. The “Pinocchio-shrimp effect”: first evidence of variation in rostrum length with the environment in *Caridina* H. Milne-Edwards, 1837 (Decapoda: Caridea: Atyidae). *The Journal of Crustacean Biology*, 37(3), pp. 249–257.
- Mulyati, T., Fahri., dan Annawaty. 2016. Inventarisasi udang air tawar genus *Caridina* Di Sungai Poboya Palu, Sulawesi Tengah, *Online Jurnal of Natural Science*, 5(1), pp. 83–96.
- Ng, P. K. 2017. Collecting and processing freshwater shrimps and crabs. *The Journal of Crustacean Biology*, 37(1), pp. 115–122.
- Pemerintah, P., dan Otonom, K. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengendalian Pencemaran Air*. Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia. Jakarta. pp. 1–22.
- Rahmawati, M., Fitri, A. D. P., dan Wijayanto, D. 2013. Analisis hasil tangkapan per upaya penangkapan dan pola musim penangkapan ikan teri (*Stolephorus* spp.) di Perairan Pematang. *Journal of fisheries resources utilization management and technology*, 2(3), pp. 213–222.
- Roux, J. 1904. Décapodes d'eau douce de Célébes (Genres *Caridina* et Potamon). *Revue Suisse de Zoologie*, 12, pp. 539–572.

- Safira dan Annawaty. 2023. Invasi udang air tawar *Macrobrachium lanchesteri* di Danau Bolano Toga, Toli-Toli, Sulawesi Tengah. *Biocelebes*, 17(2), pp. 156–164.
- Silvayanti dan Annawaty. 2024. Distribusi dan kelimpahan udang air tawar invasif *Macrobrachium lanchesteri* di Danau Lindu, Sulawesi Tengah. *Berita Biologi*, 23(2), pp. 297–310.
- Schoolmann, G. and Arndt, H. 2018. Population dynamics of the invasive freshwater shrimp *Neocaridina davidi* in the thermally polluted Gillbach stream (North Rhine-Westphalia, Germany). *Limnologica*, 71, pp. 1–7.
- Suryaatmadja, A. 2018. Konsep Pengembangan Ekowisata di Kawasan Danau Lindu Kecamatan Lindu, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah (Doctoral dissertation, ITN Malang).
- von Rintelen, 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. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 57(2), pp. 343–452.
- von Rintelen, K. Karge A., and Klotz, W. 2008. First record of a freshwater shrimp (Decapoda, Atyidae, Caridina) from Peleng, Banggai Islands, Indonesia. *Journal of Natural History*, 42(33–34), pp. 2243–2256.
- von Rintelen, T. 2013. 2<sup>nd</sup> Southeast Asian gateway evolution meeting March 11–15, Berlin, Germany. *Sage 2013 Conference Program and Abstracts* (pp. 187). Berlin.
- Wowor, D., Cai Y., and Ng, P.K.L. 2004. Crustacea: Decapoda, Caridea. In: Yule CM and Yong HS, editors. *Freshwater invertebrates of the Malaysian region*. Kuala Lumpur: *Academy of Sciences Malaysia press*, pp. 337–357.
- Wowor, D., Muthu, V., Meier, R., Balke, M., Cai, Y., and Ng, P.K.L. 2009. Evolution of life history traits in Asian freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) based on multilocus molecular phylogenetic analysis. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 52, pp. 340–350.