

ARTIKEL

POPULASI, KERAPATAN DAN POLA DISTRIBUSI *Sarcotheca celebica* Veldkamp (Oxalidaceae), TUMBUHAN ENDEMIK SULAWESI PADA TANAH ULTRAMAFIK, DI KABUPATEN TOJO UNA-UNA, SULAWESI TENGAH

[*Population, Density, and Distribution Pattern of Sarcotheca celebica (Oxalidaceae), an Endemic Plant for Sulawesi on Ultramafic Soil, Tojo Una-una Regency, Central Sulawesi*]

Ramadanil Pitopang*, Rahmatillah, M. Fajri R.M.Saleh

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako, Jl. Sukarno Hatta Km 9, Tondo, Palu, Sulawesi Tengah, 94117

ABSTRAK

Sarcotheca celebica Veldkamp merupakan tumbuhan endemik Sulawesi dan juga merupakan tumbuhan identik yang tumbuh pada tanah ultramafik yang kaya dengan mineral Nikel. Beberapa tahun terakhir habitatnya mendapat tekanan yang serius oleh aktivitas tambang Nikel, oleh sebab itu perlu penelitian seperti kajian karakteristik populasi, kerapatan, dan pola distribusi spesiesnya. Penelitian ini dilakukan di desa Podi, kecamatan Tojo, kabupaten Tojo Una-una, Sulawesi Tengah. Karakteristik ekologis ditentukan dengan metode jalur dengan titik plot diatur secara *Purposive sampling*. 5 transek berukuran 50 x 10 m, didalamnya dibuat subplot secara bersarang dengan ukuran 10 x 10 m untuk pengamatan tumbuhan ber DBH ≥ 10 cm, 5 x 5 m (untuk pancang, berDBH ≥ 2 dan ≤ 10 cm), serta 2 x 2 m untuk mengamati tingkat semai (anakan). Untuk menentukan pola distribusi jenis digunakan rumus Indek Morista. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi *S. celebica* menyebar diseluruh plot pengamatan (total 5 plot) dengan jumlah individu sebanyak 25 individu terdiri atas perawakan pohon (10 individu), pancang (12 individu), dan anakan (3 individu). Kerapatan berada pada tingkat jarang dengan pola distribusi mengelompok.

Kata Kunci: *Sarcotheca celebica* Veldkamp, Populasi, Kerapatan, Pola distribusi, Ultramafik

ABSTRACT

Sarcotheca celebica Veldkamp is endemic to Sulawesi and is also an identical plant that grows on ultramafic soils rich in Nickel minerals. In recent years, its habitat has been seriously pressured by Nickel mining activities, therefore research is needed such as the study of population characteristics, density, and distribution patterns of its species. This research was conducted in Podi village, Tojo sub-district, Tojo Una-una district, Central Sulawesi. Ecological characteristics were determined using the transect method with plot points determined by purposive sampling. 5 transects 50 x 10 m in size, within which nested subplots were established with a size of 10 x 10 m for observing plants with DBH ≥ 10 cm, 5 x 5 m (for saplings, DBH ≥ 2 and < 10 cm), and 2 x 2 m to observe the level of seedlings. To determine the distribution pattern of species, the Morista Index formula was used. The results showed that the population of *S. celebica* spread throughout the observation plot with a total of 25 individuals consisting of tree (10 individuals), saplings (12 individuals), and saplings (3 individuals). Density is at a sparse level with a clustered distribution pattern.

Keywords: *Sarcotheca celebica* Veldkamp, Population, Density, Distribution pattern, Ultramafic

PENDAHULUAN

Sulawesi (sebelumnya dikenal sebagai “Celebes”) adalah pulau terbesar kesebelas di dunia dan terbesar keempat di Asia Tenggara setelah Papua Nugini, Kalimantan, dan Sumatera. Pulau ini memiliki empat semenanjung panjang yang dinamakan Lengan Utara, Timur, Selatan dan Tenggara yang membentuk huruf “K” yang khas (Nugraha dan Hall, 2018) dan merupakan pulau penting di wilayah Wallacea yang kaya akan organisme endemik (Supriatna *et al.*, 2020).

Dari aspek botani, pulau ini merupakan salah satu kawasan di Indonesia yang koleksi spesimennya sangat rendah dibandingkan dengan pulau-pulau besar lainnya di Indonesia (Middleton *et al.*, 2019), akan tetapi daerah ini telah disorot sebagai “hotspot” keanekaragaman hayati yang penting secara global (Culmsee *et al.*, 2011), diperkirakan 15% dari total tumbuhan Sulawesi adalah endemik (Pitopang, 2012; Pitopang, 2024). Joyce *et al.* (2020) menghitung sebanyak 3.094 spesies, 1.188 marga, dan 212 famili tumbuhan vaskular yang telah dikompilasi dalam sebuah set data dari kawasan ini, sedangkan Retnowati *et al.* (2019) merangkum 5.931 spesies tumbuhan Sulawesi. Kedua data tersebut menunjukkan bahwa tumbuhan berbunga (angiospermae) jelas melimpah namun tumbuhan pteridophyta dan gymnospermae cenderung minoritas (Siregar *et al.*, 2022).

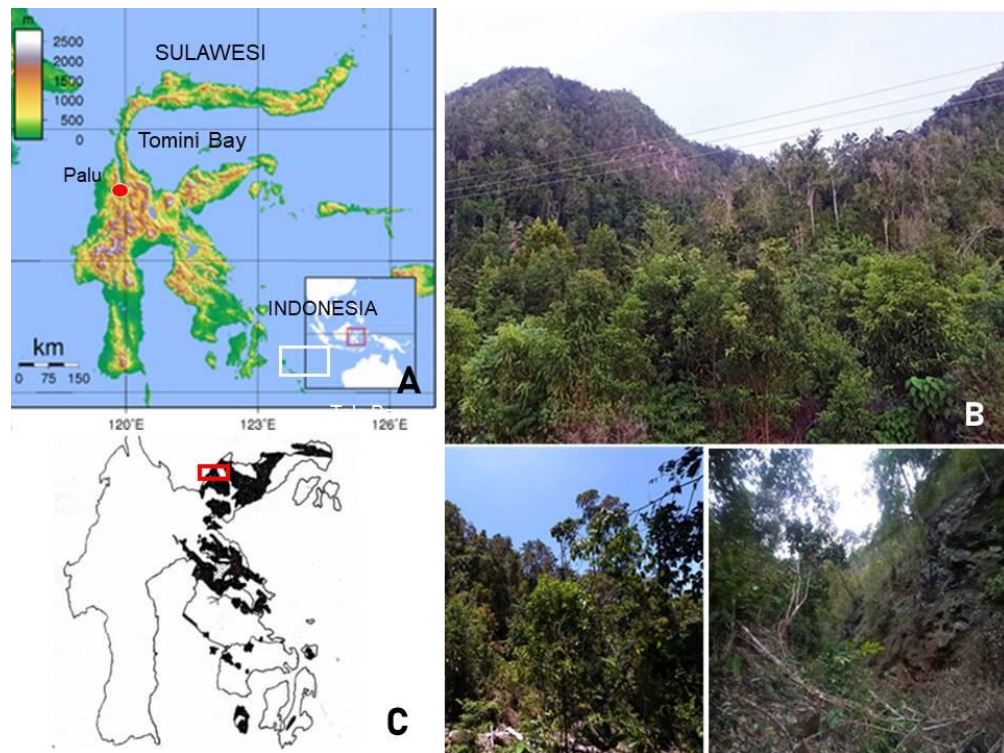
Vegetasi pada tanah ultramafik merupakan salah satu dari 14 tipe vegetasi yang terdapat di Sulawesi (Whitten *et al.*, 1987). Tanah ultramafik biasa juga disebut dengan tanah ultrabasa (Garnica-Diaz *et al.*, 2022). Tanah ini kaya dengan logam Nikel, Chromium, Cobalt, Besi, dan Magnesium (Quimado *et al.*, 2023) dan logam berat yang kebanyakan bersifat tidak subur dan kurang kalsium, nitrogen, fosfor, potasium, molibdenum dan seng serta konsentrasi racun dari logam berat seperti nikel, cobalt dan kromium sehingga tidak semua tumbuhan dapat tumbuh dengan baik di tanah ini (van der Ent *et al.*, 2016 ; Marescotti *et al.*, 2019 ; Trethowan, 2021). Secara global jenis tanah ini dapat ditemukan di kawasan Asia Tenggara seperti ; Sumatra, Borneo, Halmahera, Timor, Sumba dan Irian Jaya (Galey *et al.*, 2017; Brearley, 2024) , namun yang paling luas terdapat di Sulawesi yaitu seluas 8.000 km² terutama di Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara (Whitten *et al.*, 1987).

Vegetasi pada tanah ultramafik kaya dengan jenis-jenis tumbuhan endemik Sulawesi (Pitopang *et al.*, 2024), salah satu tumbuhan endemik Sulawesi yang tumbuh baik pada tanah ultramafik adalah *Sarcotheca celebica* Veldkamp dari famili Oxalidaceae (Pitopang dan Ihsan, 2014; Astuti *et al.*, 2018). *S. celebica* adalah sejenis pohon kecil yang mempunyai buah dengan rasa asam (Pitopang dan Ihsan, 2014). *S. celebica* dapat hidup pada tanah dengan kandungan logam yang tinggi dikarenakan mampu menyerap logam Ni dalam jumlah banyak tanpa mengalami gangguan toksisitas/keracunan (Haruna *et al.*, 2018; Brearley, 2024)

Sampai saat ini, publikasi dan informasi mengenai tumbuhan *S.celebica* Veldkamp masih sangat kurang. Tumbuhan ini belum memiliki status konservasi yang pasti dikarenakan data informasi mengenai pola perkembangbiakan, keberadaan jenis di alam, dan jumlah populasi yang masih belum valid dan belum terungkap jika dilihat berdasarkan luas daerah persebaran sehingga dimasukkan pada kategori data defisien atau kekurangan data (Astuti *et al.*, 2018). Di sisi lain populasi *S.celebica* mendapat ancaman yang serius karena pesatnya aktivitas eksploitasi tambang Nikel di Sulawesi (Pitopang *et al.*, 2024), oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai populasi, kepadatan dan pola distribusi dari *Sarcotheca celebica* Veldkamp sebagai sumber informasi dan acuan upaya konservasi.

BAHAN DAN METODE

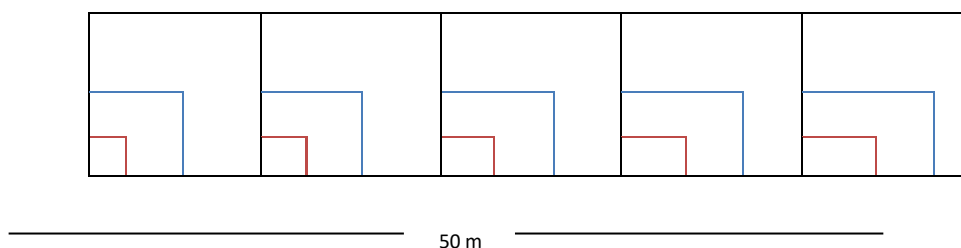
Penelitian dilaksanakan di kawasan bertanah ultramafik di desa Podi Kecamatan Tojo, Kabupaten Tojo Una-una, Sulawesi Tengah (Gambar1), kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data di Laboratorium Biosistematika Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako. Desa Podi memiliki luas wilayah 92,47 km², merupakan salah satu dari 16 Desa yang ada di kecamatan Tojo Kabupaten Tojo Una-una, Sulawesi Tengah berada pada elevasi 35-76 m posisi geografis dengan koordinat 01° 3' 35" LS, 121° 21' 5" BT, berjarak 308 km dari Palu (Ibu kota Sulawesi Tengah). Topografi kawasan ini berupa pegunungan atau perbukitan dan pesisir pantai dan sekitar ¼ wilayahnya merupakan hutan dataran rendah (BPS, 2021).



Gambar 1. Lokasi penelitian. A. Pulau Sulawesi B. Hutan pada tanah ultrabasa , C. Distribusi tanah ultrabasa di Sulawesi 4 Persegi panjang warna merah adalah lokasi penelitian yang terletak di Kabupaten Tojo Una-una Sulawesi Tengah Indonesia (Dimodifikasi dari Whitten, *et al.*, 1987) (*Map of Research site. A. Sulawesi island, B. Forest on ultrabasic, C. Distribution of ultrabasic soil in Sulawesi, 4. Red recatangle is research site that located in Tojo Una-una, central Sulawesi Indonesia (modified from Whitten et al., 1987).*

Prosedur kerja di lapangan

Penelitian dilakukan secara survei di lapangan, sedangkan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode jalur berpetak (*Transect methods*) dengan menetapkan lokasi penelitian secara *Purposive sampling* (Setiadi *et al.*, 2001; Hidayat, 2017). Pembuatan transek dilakukan pada lokasi yang ditumbuhi *S. celebica* sebanyak 5 jalur/transek berukuran 50 x 10 m yang didalamnya terdapat plot berukuran 10 x 10 m (untuk pengamatan pohon yang berDBH ≥ 10 cm), plot 5 x 5 (untuk pengamatan pancang, pohon yang DBHnya 2-9,9 cm), dan plot 2x2 m (untuk pengamatan anakan/semai). Tumbuhan *S. celebica* yang berada tepat pada plot akan dicatat jumlahnya sesuai dengan tipe perawakan yaitu pohon, pancang, anakan serta dicatat titik koordinat tumbuhan dalam transek sesuai dengan sumbu x (barat) dan sumbu y (utara).



Gambar 2. Transek berpetak (*Ploted transect*).

Faktor lingkungan meliputi data iklim (curah hujan, kecepatan angin, suhu harian rata-rata, kelembaban udara) diperoleh dari stasiun pengamat cuaca terdekat serta dilakukan pengukuran langsung di lapangan seperti data pH, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya matahari diukur dengan menggunakan *soil meter*.

Pembuatan herbarium

Dilakukan menggunakan metode *Schweinfurt* (Bridson and Forman, 1989). Sampel yang didapatkan dari lapangan kemudian dibawa ke Laboratorium Biosistemika Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako untuk diproses menjadi sampel herbarium dengan memindahkan spesimen di kertas (koran) yang dibasahi alkohol ke kertas (koran) kering, kemudian dipres menggunakan sasak lalu dimasukkan ke oven untuk dikeringkan.

Analisis Data

Data deskripsi dari karakter morfologi tumbuhan *S. celebica* menggunakan terminologi botani mengikuti Stearn (1992) dan Mabberley (2008). Populasi *S.celebica* dilakukan dengan mencatat jumlah individu pada tiga (3) tingkat pertumbuhan (kategori) yaitu anakan, pancang dan pohon serta Kerapatan (*“density”*) dihitung menggunakan rumus

Kerapatan (*density*) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{Jumlah Individu}}{\text{Luas Selurus Petak Contoh (Ha)}}$$

Sedangkan pola penyebaran (*Distribution pattern*) dari jenis *S.celebica* menggunakan rumus Indek Morista. Hasilnya dapat menunjukkan pola penyebaran apakah mengelompok (*clumped*), acak (*random*), dan seragam (*uniform*). Rumusnya adalah:

$$Id = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

Keterangan:

Id = Indeks dispersi Morisita

n = Jumlah total plot

$\sum x^2$ = Jumlah individu pada setiap sampel

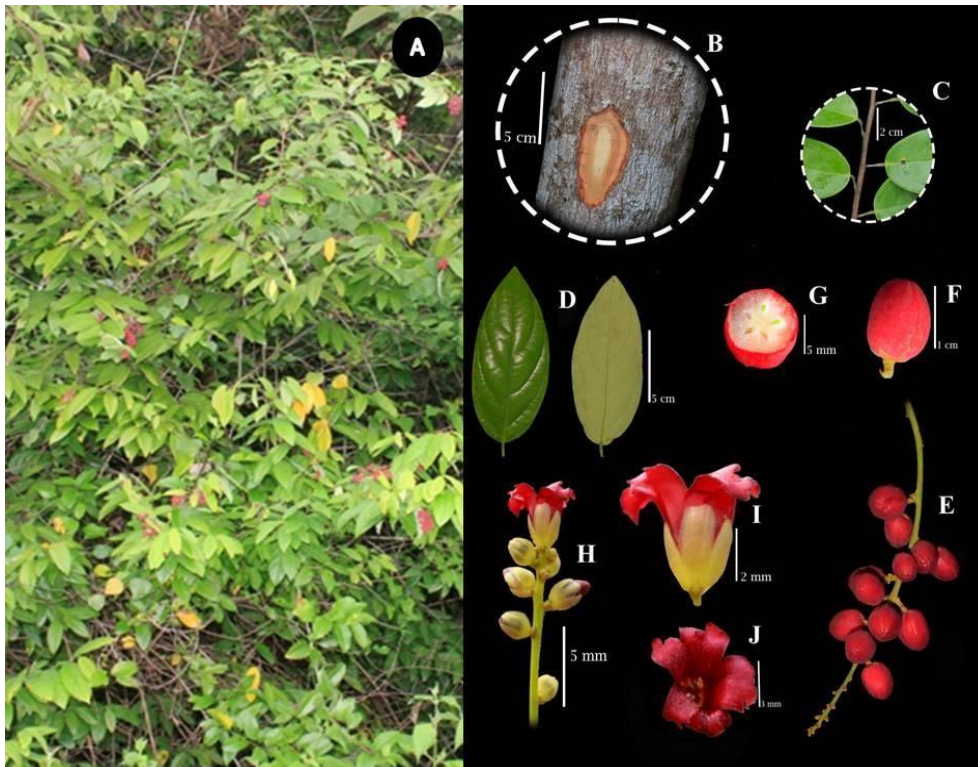
$(\sum x)^2$ = Jumlah total individu yang dikuadratkan (Ludwig dan Reynold, 1988)

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan di Desa Podi kecamatan Tojo, Kabupaten Tojo Una-una, Sulawesi Tengah diperoleh hasil sebagai berikut:

Deskripsi Botani

Pohon berukuran sedang, tinggi bisa mencapai 25 m. Batang berkayu, keras, berDBH 10, 2-23,1 cm, kulit berwarna coklat keabu-abuan, bagian dalam ketika disayat berwarna coklat oranye dan bergetah warna bening. Daun kaku, tunggal tersusun berseling, berukuran panjang 3,5 – 8 cm, lebar 2,5 - 5 cm, berbentuk oval, dasar membulat, tepi rata, ujung runcing, pertulangan menyirip, permukaan atas berwarna hijau mengkilap, dilapisi lapisan lilin, permukaan bawah berwarna hijau pucat. Perbuangan tumbuh di ketiak daun (*axilaris*), bertipe tandan, terdapat lebih dari 10 bunga. Bunga berwarna merah, *calyx* setengah menyatu berjumlah 5 berwarna hijau kekuningan, *corolla* berwarna merah, petal berjumlah 5. Buah berwarna merah, daging buah memiliki rasa masam. Biji berjumlah 5 dalam satu buah (Gambar 3).



Gambar 3. Karakter morfologi *Sarcotheca celebica* Veldkamp pada tanah ultramafik Desa Podi. A. Perawakan, B. batang (warna setelah disayat), C. letak duduk daun, D. daun (*abaxial* dan *adaxial*), E. buah, F. bentuk buah, G. irisan melintang buah, H. tangkai bunga, I. Calyx, J. Mahkota (*Morphological character of Sarcotheca celebica* Veldkamp on ultramafic soil in Podi village. A. Lifeform, B. Stem (after slashed), C. phyllotaxis, D. Leaves (*abaxial* and *adaxial*), F. Fruit, G. Cross section of fruit, H. Peduncle, I. Calyx, J. Corolla).

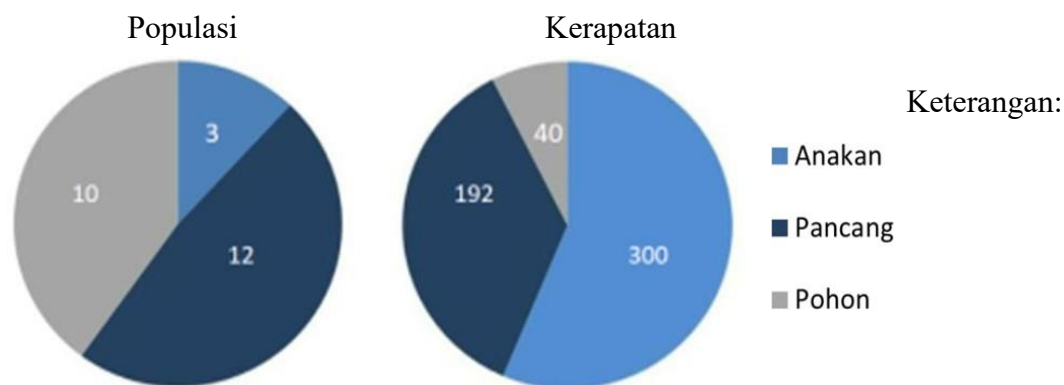
Nama lokal: “Kongilu” (bahasa Bungku; “Sengilu” (bahasa Tao Taa Wana, Pitopang dan Ihsan, 2014), “Belimbing bajo” (Netty, 2013)

Habitat dan ekologi

Tanaman ini tumbuh baik pada tanah ultrabasa pada ketinggian 125 m dpl pada hutan dengan topografi terjal dan permukaan berbatu pada posisi geografi 01° 3'35" LS ; 121° 20' 50" BT. Habitatnya merupakan hutan yang sedikit terganggu oleh aktifitas masyarakat. Dengan curah hujan pertahun 1500-2000 mm, rata-rata temperatur maksimum 30-32 C, rata-rata kelembaban relatif 80,71%, intensitas cahaya matahari 1366 lux, kelembaban tanah 25,58% dan pH tanah 7,82 (Data primer, 2024). *Sarcotheca celebica* tumbuh berasosiasi dengan tumbuhan lain seperti *Canarium acutifolium* (Burseraceae), *Deplancea bancana* (Bignoniaceae), *Gymnostoma rumphianum* (Casuarinaceae), *Palaquium maliliensis* (Sapotaceae), *Buchanania arborescens* (Anacardiaceae), *Prunus clementis* (Rosaceae), *Timonius celebicus* (Rubiaceae), *Syzigium acuminatisima* (Myrtaceae), *Terminalia supitiana* (Combretaceae), *Cynometra cauliflora* (Fabaceae), *Gymnacranthera maliliensis* (Myristicaceae), *Diospyros maritima* (Ebenaceae), *Manilkara fasciculata* (Sapotaceae), *Actinodaphne macrophylla* (Lauraceae), *Chionanthus celebicus* (Oleaceae), *Knema* sp dan (Myristicaceae).

Populasi, Kerapatan, dan Pola Distribusi *Sarcotheca celebica* Veldkamp.

Tercatat sebanyak 25 individu yang terdiri dari anakan (3 individu), pohon (10 individu) dan pancang (12 individu). Populasi dan kerapatan *S.celebica* di lokasi penelitian disajikan pada Gambar 4.



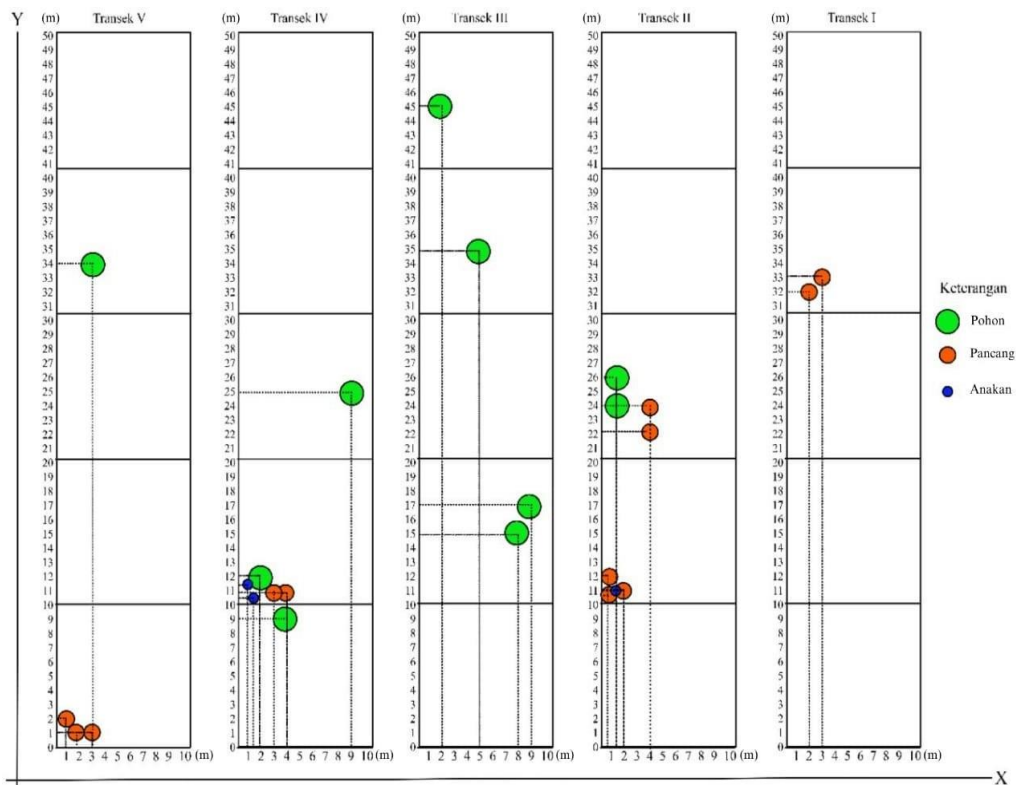
Gambar 4. Populasi dan kerapatan *S. celebica* Veldkamp berdasarkan tingkat pertumbuhan (*Population and Density of S. celebica Veldkamp is based on growth rate*).

Hasil analisis pola distribusi *S. celebica* pada tanah ultramafik di desa Podi menunjukkan bahwa populasinya mengikuti pola hasil mengelompok (“clumped”) pada semua kategori, mulai dari anakan sampai pohon (Tabel 1).

Tabel 1. Populasi dan pola distribusi *Sarcotheca celebica* Veldkamp (Oxalidaceae) pada tanah ultramafik desa Podi kabupaten Tojo Una-una, Sulawesi Tengah (*Population and distribution pattern of Sarcotheca celebica Veldkamp on ultramafic soil in Podi village, Tojo Una-una Regency, Central Sulawesi*).

Kategori (Category)	Jumlah Individu (Individual number)	Indeks Morista (Morista Index)	Pola Distribusi (Distribution pattern)
Anakan (Seedling)	3	0,019	Mengelompok (Clumped)
Pancang (Sapling)	12	0,022	Mengelompok (Clumped)
Pohon (Tree)	10	0,227	Mengelompok (Clumped)

Posisi tumbuhan *Sarcotheca celebica* pada 5 transek digambarkan dalam bentuk dua dimensi berdasarkan sumbu X (Barat) Y (Utara). Individu anakan terdapat pada transek II dan IV, pancang pada transek I, II, IV, dan V serta pohon pada transek II, III, IV, dan V (Gambar 5)



Gambar 5. Gambaran dua (2) Dimensi Distribusi *Sarcotheca celebica* Veldkamp. Keterangan: Hijau: pohon,; jingga: Pancang; biru: anakan. (Two dimential diagram of *Sarcotheca celebica* Veldkamp distribution. Notes: tree (Green), sapling (orange), seedling (blue)).

Kondisi Faktor Lingkungan

Berdasarkan catatan data curah hujan harian selama bulan Januari hingga Februari 2023 dari stasiun Meteorologi Kasiguncu, Poso yang merupakan stasiun terdekat dari lokasi penelitian dan hasil pengukuran langsung di lapangan disajikan datanya pada Tabel 2.

Tabel 2 Data iklim dilokasi penelitian (*Climate data in research site*).

Faktor Abiotik (<i>Abiotic factor</i>)	Rata-rata (<i>average</i>)
Kelembapan Udara (%rh)** (<i>Air humidity</i>)	86,89
Kelembapan Tanah (%rh)* (<i>Soil humidity</i>)	25,5
Kecepatan Angin (m/s)**	0,81
Curah Hujan (mm)** (<i>Rain fall</i>)	561,44
Intensitas Cahaya (Cd)*	1.200
Suhu (°C)** (<i>Temperature</i>)	26,78
pH Tanah* (<i>Soil pH</i>)	7,8

Sumber: *: Pengukuran langsung di lapangan, **: Situs Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, 2024 (*Source: *: Direct measurements in the field, **: Website of the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency, 2024*).

PEMBAHASAN

Sarcotheca merupakan salah satu marga dari famili Oxalidaceae. Terdapat 12 jenis *Sarcotheca* di dunia terutama tersebar di Semenanjung Malaysia, Sumatra, Kalimantan dan Sulawesi. *Sarcotheca celebica* Veldkamp merupakan jenis yang sebarannya terbatas di Sulawesi (endemik Sulawesi). Jenis lain seperti; *S.diversifolia* (Miq.) Hallier f, (tersebar di Sumatra dan Kalimantan), *S. ferruginea* Merr. (di Sumatra), *S. glauca* (Hook.f.ex Mull.Berol.) Hallier f (Kalimantan), *S. glomerula* (King) Veldkamp (Semenanjung Malaysia), *S.griffithii* (Planch.ex. Edgew.& Hook.f.) Hallier f (di Semenanjung Malaysia dan Sumatra), *S.laxa* (Ridl.) R. Knuth (di Semenanjung Malaysia dan Kalimantan), *S. lunduensis* Veldkamp (di Kalimantan), *S.macrophylla* Blume (di Kalimantan), *S. monophylla* (Planch.ex Edgew. & Hook.f.) Hallier f (di Semenanjung Malaysia), *S. ochracea* Hallier f (di Kalimantan) dan *S. rubrinervis* Hallier f yang tersebar secara alami di Kalimantan (POWO, 2025).

Pada penelitian ini, *S.celebica* hidup pada habitat hutan pada tanah ultra mafik dengan tipe ekosistem dataran rendah dan hutan pantai dengan ketinggian kurang dari 100 m dpl. Spesies lain yang banyak dijumpai di lokasi penelitian adalah *Gymnostoma rumphianum*, *Terminalia supitiana*, *Buchanania arborescens*, *Deplanchea bancana*, *Timonius celebicus*, *Ficus septica*, *Artocarpus* sp., *Palaquium maliliense*. Pitopang *et al.* (2024) mencatat sebanyak 22 jenis pohon yang hidup di sekitar lokasi penelitian, diantaranya adalah; *Canarium acutifolium*, *Palaquium maliliensis*, *Buchanania arborescens*, *Psichotria celebicum*, *Deplanchea bancana* dan lain-lain.

Sarcotheca celebica merupakan jenis tumbuhan yang bersifat “hyperaccumulator” yang punya kemampuan dalam menyerap dan menyimpan logam Nikel dalam konsentrasi tinggi pada jaringan tubuhnya. Netty *et al.* (2012) melaporkan hasil analisis kandungan Nikel pada daun *S celebica* sebesar 1039.25 mg kg⁻¹ dari kawasan Tambang Nikel di Sorowako , Sulawesi Selatan, dan merupakan paling tinggi dibanding puluhan jenis tumbuhan lainnya yang dianalisis. Sementara Trethowan *et al.* (2021) melaporkan hal yang sama dimana dari 283 jenis tumbuhan yang dianalisis *S.celebica* merupakan jenis yang memiliki kandungan Nikel tertinggi yaitu sebesar 1080 mg kg⁻¹.

Haruna *et al.* (2018) mengatakan bahwa tumbuhan *S. celebica* merupakan jenis yang berpotensi dikembangkan untuk proses “fitoremediasi” pada lahan-lahan bekas tambang karena tumbuhan endemik Sulawesi ini toleran dan dapat tumbuh normal pada lingkungan yang mengalami cekaman logam Nikel serta banyak tumbuh di sekitar lahan penambangan Nikel tanpa mengalami gangguan toksisitas.

Struktur populasi *S. celebica* pada masing-masing tingkat pertumbuhan atau kategori (anakan, pancang, dan pohon) didominasi oleh kategori pancang dan pohon, akan tetapi jumlah anakan sangat sedikit dengan jumlah anakan sebanyak 3 individu, pancang 12 individu, dan pohon 10 individu. (Gambar 4). Tingginya keberadaan individu anakan dan pancang di habitat menunjukkan populasi tumbuhan pada suatu habitat berada dalam keadaan yang stabil dan bahkan mungkin akan mengalami peningkatan. Menurut Metananda *et al.* (2016), buah matang yang jatuh diatas permukaan tanah, tidak mampu berkembang hingga menjadi anakan individu baru. Hal ini diduga karena pada daerah penelitian sering terjadi banjir sehingga buah/biji yang jatuh terbawa oleh air. Disisi lain, hal ini juga menjadi faktor penyebaran individu tumbuhan ke habitat lain.

Kerapatan *S. celebica* setiap kategori (anakan, pancang, dan pohon) berada pada tingkat jarang. Anakan dengan nilai kerapatan 300 individu/Ha, pancang 192 individu/Ha, dan pohon 40 individu/Ha. Hal ini sesuai dengan Kaunang dan Kimball (2009), yang menyatakan bahwa pada kategori anakan dikatakan jarang apabila terdapat <1.000 individu/Ha, serta kategori pancang dan pohon <750 individu/Ha. Menurut Leonika *et al.*, (2021) kerapatan jarang dipengaruhi oleh kondisi lahan yang terbuka sehingga hanya tumbuhan tertentu yang dapat bertahan hidup di daerah tersebut. Lahan terbuka dapat menjadi penyebab berkurangnya kadar air pada tanah sehingga terjadi kompetisi antar tumbuhan untuk mendapatkan air yang cukup.

Berdasarkan analisis pola distribusinya, *S. celebica* pada tanah ultramafik di lokasi penelitian, cenderung mengelompok. Menurut Metananda *et al.* (2016), pola distribusi mengelompok dapat mengindikasikan bahwa secara ekologis, keberadaan makanan (nutrisi) terkonsentrasi pada daerah tertentu. Selain itu, adanya fragmentasi habitat juga dapat menentukan pola distribusi. Pola

penyebaran *S. celebica* mengelompok ini disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor lingkungan dan faktor reproduksi (Sulistiyowati, 2021). Sistem perkembangbiakan *S. celebica* adalah melalui biji yang jatuh dari induknya yang menjadikan *S. celebica* cenderung berkumpul di lokasi tersebut. Hal ini menjadi salah satu alasan mengapa *S. celebica* pada tanah ultramafik Desa Podi cenderung memiliki pola distribusi mengelompok.

Gambar dua dimensi distribusi *S. celebica* pada 5 transek dengan penentuan posisi tumbuhan berdasarkan sumbu x (barat) dan y (utara) (Gambar 5), dapat dilihat bahwa individu anakan terdapat pada transek II dan IV, pancang pada transek I, II, IV, dan V serta pohon pada transek II, III, IV, dan V. Berdasarkan kondisi pada lokasi penelitian, anakan hanya terdapat pada transek II dan IV dikarenakan kondisi permukaan tanah yang tidak rata. Menurut Mudiana (2005), aliran air pada tanah juga mempengaruhi penyebaran biji. Kondisi permukaan tanah pada transek II dan IV lebih rendah dibandingkan dengan transek lain sehingga biji *S. celebica* yang jatuh di permukaan tanah, akan dibawa oleh aliran air sehingga biji akan berhenti dan tumbuh pada daerah yang lebih rendah. Sementara pada transek III, dan V dengan kondisi tanah yang lebih tinggi hanya terdapat individu pohon dan pancang.

Informasi pola penyebaran *S. celebica* memiliki peranan penting dalam menentukan *extent of occurrence* atau daerah sebaran geografis dan *area of occupancy* atau luas daerah yang ditempati di kawasan ultramafik di lokasi penelitian. Kedua kriteria tersebut menjadi faktor penting dan direkomendasikan oleh IUCN dalam menentukan kategori kelangkaan spesies (IUCN, 2025).

KESIMPULAN

Populasi tumbuhan *S. celebica* terbanyak di lokasi penelitian adalah pada strata pancang (12 individu), diikuti oleh pohon (10 individu) dan anakan (3 individu). Kerapatan individu tergolong jarang dengan pola distribusi dikategorikan mengelompok (*"clumped"*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada kepala desa Podi di Tojo Una-una atas izin yang telah diberikan.

KONTRIBUSI PENULIS

RP: Merancang alur penelitian, membimbing proses penelitian, mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; R: Mengumpulkan data penelitian, menulis artikel, merevisi naskah akhir; MFRMSS: Membimbing proses penelitian, merevisi naskah akhir

REFERENSI

- Astuti, I.P., Sari, R, Susandarini R, Zuhro, F. 2018. *Sarcotheca celebica* Veldkamp: Persebarannya di Sulawesi, Status Konservasi dan Kelangkaan. *Jurnal Biologi Indonesia*, 14(1), pp.143-146.
- Bridson, D., Forman, I., 1989. *The Herbarium Handbook*. Royal Botanic Garden KEW, England.
- Brearley, F. Q. (2024). Metal hyperaccumulation in the Indonesian flora. *Ecological Research*, 39(6), pp.957–965.
- Culmsee, H., Pitopang, R., Mangopo, H., Sabir, D. 2011. Tree diversity and phytogeographical patterns of tropical high mountain rain forests in Central Sulawesi, Indonesia. *Biodivers Conserv* 20, pp.1103–1123.
- Garnica-Diaz C, Iturralde, R.B., Cabrera, B., Calderón-Morales, E., Felipe, F.L., García, R., Hechavarría, J.L.G., *et al.* 2022. Global Plant Ecology of Tropical Ultramafic Ecosystems. *Bot. Rev.*, 89, pp.115–157.
- Galey, M.L.A., van der Ernt, M.C., Iqbal, M., Rajakaruna, N. 2017. Ultramafic geoecology of South and Southeast Asia. A Review. *Bot.Stud.*, 58, p.18.
- Hall, R. 2012. *Sundaland and Wallacea: geology, plate tectonics and palaeogeography*. In: Gower D, Johnson K, Richardson J, Rosen B, Ruber L, Williams S. (eds). *Biotic Evolution and*

- Environmental Change in Southeast Asia*. Systematics Association Special Volume 82, Cambridge University Press, UK.
- Haruna, N., Wardiyati, T., Maghfoer, M.D., Handayanto, E. 2018. Fitoremediasi Lahan Yang Mengalami Cekaman Logam Berat Nikel Dengan Menggunakan Tumbuhan Endemik Belimbing Bajo (*Sarcotheca celebica* Veldk). *Jurnal Tabaro*, 2(2), pp.239-246.
- Hidayat, M. 2017. Analisis Vegetasi dan Keanekaragaman Tumbuhan di Kawasan Manifestasi Geothermal Ie Suum Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Biotik*, 5(2), pp.114-124
- IUCN. 2025. The IUCN Red list of Threatened species. <https://www.iucnredlist.org/> Diakses tgl 10 Maret 2025
- IPNI. 2025. International plant names index. <http://www.ipni.org>. Diakses tgl 10 Maret 2025
- Joyce, M., Thiele, K.R., Slik, F.J.W., Crayn, D.M., 2020. Checklist of the vascular flora of the Sunda-Sahul Convergence Zone, *Biodiversity Data Journal*, 8, pp.1-14.
- Kaunang, T.D., Kimball, J.D. 2009. Komposisi dan Struktur Vegetasi Hutan Mangrove di Taman Nasional Bunaken Sulawesi Utara. *Jurnal Agritek*, 17(6), pp.1-10.
- Krebs, C.J. 2014. *Ecology. The Experimental Analisis of Distribution and Abudance*. Sixth Edition. USA: Pearson Education Limited.
- Leonika A., Nugroho, Y., Rudy, G. S. 2021. Pengaruh Tegakan Terhadap Sifat Fisik Tanah Pada Berbagai Tutupan Lahan Di Khdtk Mandiangin Ulm. *Jurnal Sylva Scientaeae*, 4(4), p.608.
- Ludwig, J.A., Reynolds. J.F. 1988. *Statistical Ecology, a primer on methods and computing*. John Willey and Sons. New York, Singapore
- Mabberley, D.J. 2008. *Mabberley's Plant Book, a Portable Dictionary of Plants, Classification and Uses*. Cambridge Univ Press.
- Metananda, A., Zuhud, E.A.M., Hikmat, D.A. 2015. Populasi, Sebaran dan Asosiasi Kepuh (*Sterculia foetida* L.) Di Kabupaten Sumbawa Nusa Tenggara Barat. *Media Konservasi*, 20(3), pp.277–287.
- Middleton, D.J., Armstrong, K., Baba, Y., Balslev, H., Chayamarit, K., Chung, R.C.K., Conn, B.J., Fernando, E.S., Fujikawa, K., Kiew, R., *et al.* 2019. Progress on Southeast Asia's Flora projects. *Gardens Bulletin Singapore*, 71(2), pp.267-319.
- Mudiana, D. 2005. Pemencaran *Syzigium cormiflorum* (F. Muell.) B. Hyland. DiSekitar Pohon Induk Dalam Cagar Alam Lamedae, Kolaka, Sulawesi Tenggara. *Biodiversitas*, 6(2), pp.129-132.
- Netty S., Wardiyati, T., Handayanto E., Maghfoer, M.D. 2012. Nickel accumulating plants in the post-mining land of Sorowako, South Sulawesi, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture*, 50(1-2), pp.45-48.
- Nugraha, A.M.S., Hall, R. 2018. Late Cenozoic palaeogeography of Sulawesi, Indonesia. *Paleoclimatology, Palaeoclimatology, Paleoecology*. 490(15), pp.191-209.
- Pitopang. R. 2012. Impact of forest disturbance on the structure and composition of vegetation in tropical rainforest of Central Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 13(40), pp.178-189.
- Pitopang, R., Ihsan, M. 2014. Biodiversitas. Tumbuhan di Cagar Alam Morowali Sulawesi Tengah. *Online Jurnal of Natural Science*, 3(3), pp.287-296.
- Pitopang, R., Iqbal, M., Saleh, M.F.R.M., Mahfudz. 2024. Tree Diversity on The Ultrabasic Soil in the Wallacea Region. *Proceedings of the 2nd International Interdisciplinary Conference on Environmental Sciences and Sustainable Developments 2022 Environment and Sustainable Development (IICSSD-ESD 2022)*, pp.209-217.
- POWO. Plant of the World online. 2025. <https://powo.science.kew.org/>. Diakses tgl 10 Maret 2025
- Quimado, M.O., Hernandez, J.O., Tinio, C.E., Cambel, M.P.A.S., Luna, A.C., Fernando, E.S. 2023. Native Metallophytes on Ultramafic Wooded Grassland in Sta Cruz, Mindoro Occidental, Philippines: Insights into phytostabilization and forest restoration. *Sains Tanah Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 20(2), pp.160-171.
- Setiadi, D., Qoyim I, Muhandiono, H. 2001. *Guidance for Practical Ecology*. Ecology Laboratory. Department of Biology. FMNS, Bogor Agricultural University, Bogor.
- Stearn, W.T. 1992. *Botanical Latin*. Fourth Edition. Timber Press, Portland, Oregon.

- Retnowati, A., Rugayah, Rahajoe, J.S., Arifiani, D. (editors). 2019. *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan Jenis Tumbuhan dan Jamur Indonesia*, LIPI Press, Jakarta, p.139.
- Siregar, M., Kurniawan, A., Hartutiningsih, H. 2022. Ex-situ Conservation of Flora Sulawesi in Indonesian Botanic Gardens. *International Journal of Conservation Science*, 13(1), pp.321-340.
- Supriatna J, Shekelle M, Fuad H.A.H., Winanrni, N.L., Dwiyahreni, A.A., Farid, M., Mariati, S., Margules, C., Prakoso, B., Zakaria, Z. 2020. Deforestation on the Indonesian island of Sulawesi and the loss of primate habitat. *Global Ecology and Conservation*, 24, p.e01205.
- Trethowan, L., Eiserhardt, A.W.L., Girmansyah, D., Kintamani, E., Utteridge, I.M.A., Brearley, F.Q. 2020. Floristics of forests across low nutrient soils in Sulawesi, Indonesia. *Biotropica*, 52(6), pp.1-10.
- Van der Ent A., Erskine, P., Mulligan, D., Repin, R., Karim, R. 2016. Vegetation on ultramafic edaphic 'islands' in Kinabalu Park (Sabah, Malaysia) in relation to soil chemistry and elevation. *Plant Soil*, 403, pp.77–101.
- Whitten, A.J., Mustafa, M., Henderson, G.S. 1987. *The Ecology of Sulawesi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 1987