

Keanekaragaman tumbuhan air di Sumber Sira dalam menjaga keseimbangan ekosistem

Alsyia Eka Hestina¹, Dela Nuratika Sari¹, Fahra Nafilah Alifia¹, Flavia Benedicta Priska¹,
Nikmatus Sholihah¹, Indra Fardhani¹, Farid Akhsani^{1*}

¹Departemen Pendidikan IPA Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

*Corresponding author: Jl. Semarang 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia. 65145

E-mail addresses: farid.akhsani.fmipa@um.ac.id

Kata kunci

Ekologi
Ekosistem perairan
Keanekaragaman
Sumber Sira
Tumbuhan air

Keywords

Ecology
Aquatic ecosystem
Biodiversity
Sumber Sira
Aquatic plants

Diajukan: 26 Mei 2025

Ditinjau: 28 Mei 2025

Diterima: 24 Juli 2025

Diterbitkan: 25 November 2025

Cara Sitas:

A. E. Hestina, D. N. Sari, F. N. Alifia, F. B. Priska, N. Sholihah, I. Fardhani, F. Akhsani
"Keanekaragaman tumbuhan air di Sumber Sira dalam menjaga keseimbangan ekosistem", *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, vol. 5, no. 3, pp. 262-269, 2025.

A b s t r a k

Tumbuhan air merupakan tumbuhan yang hidup atau tumbuh di air atau sebagian besar siklus hidupnya di air yang berperan penting bagi ekosistem perairan. Sumber Sira adalah tempat wisata berupa telaga atau kolam dengan sumber air yang bersih dan jernih. Tujuan utama dari penelitian yang dilakukan adalah mengidentifikasi dan mendata keanekaragaman tumbuhan air di Sumber Sira, Kabupaten Malang. Metode yang digunakan yaitu observasi, identifikasi, dan dokumentasi langsung di tempat wisata tersebut. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan memaparkan data dan gambar yang diperoleh secara naratif. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu keanekaragaman tumbuhan air diperoleh tiga spesies tumbuhan air yang ada di Sumber Sira yaitu *Bacopa monnieri*, *Cabomba caroliniana*, dan *Pistia stratiotes*. Ketiga tanaman air tersebut memperlihatkan adaptasi morfologi dan ekologi yang baik pada perairan Sumber Sira yang jernih dan dangkal.

A b s t r a c t

Aquatic plants are plants that live or grow in water or spend most of their life cycle in water, which plays an important role in aquatic ecosystems. Sumber Sira is a tourist attraction in the form of a lake or pond with a clean and clear water source. The main objective of this research is to identify and record the diversity of aquatic plants in Sumber Sira, Malang Regency. The methods used are observation, identification, and direct documentation at the tourist attraction. Data analysis was carried out descriptively by presenting the data and images obtained narratively. The results of the research on aquatic plant diversity obtained three species of aquatic plants in Sumber Sira: *Bacopa monnieri*, *Cabomba caroliniana*, and *Pistia stratiotes*. These three aquatic plants show good morphological and ecological adaptation to the clear and shallow waters of Sumber Sira.

Copyright © 2025. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

1. Pendahuluan

Lingkungan perairan mendorong tumbuhan untuk melakukan adaptasi morfologi dan fisiologi secara khusus [1]. Berdasarkan letaknya terhadap permukaan air, tumbuhan air dikelompokkan menjadi tiga jenis: tumbuhan yang terendam, tumbuhan yang mengapung, dan tumbuhan yang muncul ke permukaan air [2]. Tumbuhan air merupakan organisme yang hidup sepenuhnya atau sebagian dalam air dan memiliki peran penting dalam ekosistem perairan [3]. Mereka memiliki struktur organ yang telah beradaptasi agar dapat tumbuh di area yang selalu tergenang atau berada dekat dengan badan air [4]. Selain itu, tumbuhan air tergolong makrofita akuatik (*aquatic macrophytes*), yaitu komponen biologis dalam ekosistem perairan yang sensitif terhadap perubahan lingkungan [5].

Sebagai bagian dari rantai makanan, makrofita akuatik berfungsi sebagai produsen dan mikrohabitat bagi organisme lain di perairan [6]. Kehadiran dan kelimpahannya sering dijadikan indikator kondisi lingkungan, misalnya untuk mendeteksi tempat berkembang biaknya ikan [7]. Selain fungsi ekologis, beberapa jenis tumbuhan air juga memiliki manfaat sebagai sumber makanan, obat tradisional, hingga agen fitoremediasi [8]. Fitoremediasi sendiri merupakan metode pemulihian lingkungan yang menggunakan tumbuhan untuk menyerap dan menguraikan polutan secara alami tanpa instalasi rumit dan dengan kapasitas pengolahan limbah yang besar [9]. Namun demikian, tidak semua tumbuhan air memberikan manfaat. Beberapa jenis justru dikategorikan sebagai gulma air karena pertumbuhannya yang berlebihan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem serta aktivitas manusia di perairan [10].

Sumber Sira yang terletak di Kabupaten Malang, dikenal oleh warga setempat memiliki keanekaragaman hayati air tawar yang tinggi, khususnya ikan dan tumbuhan air [11]. Meskipun demikian, pengetahuan masyarakat mengenai jenis-jenis tumbuhan air di lokasi ini masih terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya celah informasi (*research gap*) yang perlu dijawab melalui penelitian ilmiah untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan flora air tawar secara lebih rinci.

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendata keanekaragaman tumbuhan air di Sumber Sira, Kabupaten Malang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam memperkaya data ekologi perairan, khususnya terkait biodiversitas tumbuhan air yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Selain itu, hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi kebijakan konservasi yang relevan, sekaligus memberikan sumber informasi edukatif bagi masyarakat sekitar agar lebih memahami pentingnya peran tumbuhan air dalam menjaga kualitas dan keberlanjutan sumber daya air serta menjadi landasan bagi monitoring berkelanjutan untuk menilai perubahan ekosistem akibat aktivitas manusia maupun faktor lingkungan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sumber Sira, Desa Putukrejo, Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang, pada bulan April 2025. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

Instrumentasi. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jaring, botol, *handphone* (kamera), alat tulis, serta beberapa jenis hewan dan tumbuhan air yang terdapat pada lokasi penelitian.

Observasi. Penelitian ini menggunakan beberapa metode. Metode pertama yang akan digunakan yakni metode eksplorasi melalui observasi dengan pengamatan secara langsung pada hewan dan tumbuhan yang terdapat di lokasi penelitian. Teknik observasi merupakan pengamatan dan pencatatan secara sistematis mengenai fenomena-fenomena yang diselidiki [12].

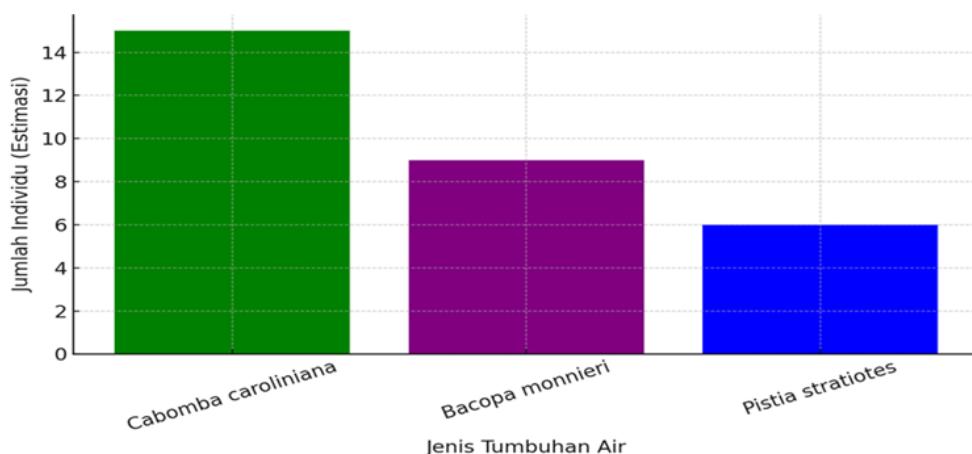
Purposive sampling. Selanjutnya penelitian menggunakan metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel dimana peneliti memilih sampel berdasarkan penilaian atau kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian [13]. Dengan metode ini, dua titik lokasi telah ditentukan dalam proses pengambilan sampel, yang di mana diharapkan pada satu titik lokasi akan mendapatkan satu sampel berupa tanaman air yang akan diamati.

Analisis data. Data pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan dua metode yaitu deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Pada metode deskriptif kualitatif data didapatkan melalui observasi langsung, wawancara terkait lokasi penelitian, dan analisis dokumen untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang objek yang diteliti [14]. Sedangkan pada metode deskriptif kuantitatif, dilakukan pengumpulan dan analisis data dalam bentuk angka. Parameter yang dinilai meliputi jumlah individu, jenis spesies, serta kelimpahan relatif dari setiap spesies tumbuhan dan hewan air yang ditemukan. Analisis ini memungkinkan peneliti untuk menilai struktur komunitas tumbuhan air secara numerik dan membantu dalam interpretasi potensi ekologis masing-masing spesies [15]. Analisis kuantitatif ini dilakukan dengan pendekatan pengukuran numerik terhadap variabel-variabel tersebut, yang kemudian digunakan untuk mengidentifikasi pola atau perbedaan yang muncul di antara titik-titik pengambilan sampel [16].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Data yang ditunjukkan pada Gambar 1 menyajikan hasil estimasi jumlah individu tumbuhan air yang ditemukan di perairan Sumber Sira.



Gambar 2. Grafik estimasi jumlah tumbuhan air di perairan Sumber Sira

Tabel 1 menyajikan karakteristik morfologi serta potensi ekologis dan manfaat beberapa jenis tumbuhan air yang ditemukan di perairan Sumber Sira.

Tabel 1. Hasil jenis tumbuhan air yang didapatkan di perairan Sumber Sira

No	Nama Tumbuhan	Nama Ilmiah	Ciri Morfologi	Potensi/Manfaat
1	Cabomba hijau	<i>Cabomba caroliniana</i>	Daun halus seperti benang, batang memanjang, berbentuk seperti sikat botol	Sebagai indikator kualitas air
2	Brahmi	<i>Bacopa monnieri</i>	Batang menjalar, daun oval kecil, bunga kecil putih/ungu muda, akar serabut dangkal	Mendukung fungsi kognitif, anti stres, kaya bacosida
3	Kiambang (Kayu apu)	<i>Pistia stratiotes</i> L.	Daun roset, tebal, tidak basah, akar panjang menggantung seperti keranjang	Fitoremediasi logam berat dan polutan,

3.2 Pembahasan

Berdasarkan data pada Tabel 1, berikut adalah uraian lebih lanjut mengenai masing-masing tumbuhan air yang ditemukan.

Cabomba hijau atau *Bacopa caroliniana* merupakan salah satu jenis tanaman air yang dapat ditemukan di Sumber Sira. Dalam penelitian ini, Cabomba hijau merupakan tumbuhan yang paling banyak ditemukan di sumber sira. Tanaman ini memiliki keunggulan dari segi adaptasi, daya tahan, dan kemudahan dalam budidaya. Tumbuhan air memiliki peran penting dalam ekosistem perairan, terutama bagi makhluk hidup lain seperti ikan [17]. Tumbuhan ini dapat hidup terendam seluruhnya, mengapung di permukaan air, atau berakar di dasar perairan dengan bagian atas tubuhnya tidak muncul di atas permukaan air [18]. Selain itu, tanaman ini dapat dimanfaatkan sebagai indikator dan kualitas sebuah perairan.

Ciri morfologi cabomba hijau yaitu jika dilihat bentuknya mirip dengan sikat pembersih botol, memiliki daun yang berbentuk orbicular yang terdiri dari lembaran daun yang membentuk seperti benang, lembut, dan halus serta akan melebar seperti kipas dengan batang yang tumbuh memanjang. Tanaman cabomba memiliki akar putih halus dari batang, dan dapat menghasilkan bunga saat batang muncul kepermukaan air. Ditemukannya cabomba hijau di perairan Sumber Sira ini dikarenakan perairannya jernih dan dangkal, di mana cabomba hijau ini biasanya hidup di perairan yang jernih dan dangkal agar tetap bisa melangsungkan fotosintesisnya.



Gambar 3. *Cabomba caroliniana*

Bacopa monnieri, yang juga dikenal sebagai brahmi, adalah tanaman herbal menjalar yang tumbuh subur di daerah tropis dan lembab, terutama di India, Asia Tenggara, dan

beberapa bagian Amerika. Di lokasi penelitian yakni, Sumber Sira tanaman ini banyak ditemukan. *Bacopa monnieri* mengandung senyawa aktif seperti *bacosida* yang berperan dalam melindungi sel-sel saraf dan meningkatkan komunikasi antar neuron. Sejumlah penelitian ilmiah, termasuk yang tercatat dalam berbagai jurnal internasional, menunjukkan bahwa ekstrak *Bacopa monnieri* dapat meningkatkan fungsi kognitif, memori, dan kemampuan belajar, serta berpotensi mengurangi kecemasan dan stres. Karena manfaatnya yang luas dan efek samping yang relatif ringan, *Bacopa monnieri* kini banyak digunakan dalam bentuk suplemen modern untuk mendukung kesehatan mental dan fungsi otak secara alami [19].

Bacopa monnieri memiliki batang yang merambat atau menjalar berwarna hijau muda dan lunak serta bercabang-cabang. Daunnya kecil berbentuk oval hingga lonjong dengan ujung meruncing, berwarna hijau cerah, tersusun berhadapan atau berseling pada batang dengan permukaan halus dan tepi rata, berukuran sekitar 0,8–2 cm panjangnya. Bunga tanaman ini berukuran kecil, berwarna putih hingga ungu muda dengan lima kelopak simetris yang tumbuh di ketiak daun dan mekar sporadis sepanjang tahun. Sistem perakarannya berupa akar serabut yang tumbuh dangkal, memungkinkan penyerapan nutrisi secara efisien di lingkungan berair [20].



Gambar 4. *Bacopa monnieri*

Pistia stratiotes, dikenal sebagai kayu apu, apu-apu, atau kapu-kapu, merupakan tumbuhan air mengapung yang termasuk dalam famili Araceae. Tanaman ini sering ditemukan di perairan dangkal di daerah tropis dan subtropis. Daunnya yang berbentuk roset berfungsi sebagai pelampung yang memungkinkan tanaman ini mengapung di permukaan air sehingga mendapat sinar matahari yang cukup untuk fotosintesis [21]. *Pistia stratiotes* memiliki sejumlah keunggulan sebagai tanaman air, di antaranya pertumbuhan yang sangat cepat, daya serap unsur hara dan air yang besar, mudah ditemukan di alam, serta memiliki adaptasi tinggi terhadap berbagai kondisi iklim. Selain itu, *Pistia stratiotes* efektif digunakan sebagai agen fitoremediasi untuk menurunkan kadar polutan seperti logam berat, ammonia, COD, TSS, dan berbagai limbah organik maupun anorganik dalam air [22]. Penggunaan *Pistia stratiotes* juga ramah lingkungan karena tidak membutuhkan bahan kimia tambahan dan mampu memperbaiki kualitas air secara alami [23].

Ciri morfologi *Pistia stratiotes* meliputi daun yang tersusun roset (melingkar rapat), berwarna hijau muda hingga keputihan di pangkal, berbentuk seperti sendok atau lidah dengan ujung melebar, tepi daun berlekuk-lekuk dan permukaan daun tebal, kenyal, serta berambut halus dan lembut. Daunnya tidak mudah basah dan ukurannya bervariasi, panjang 2–10 cm dan lebar 2–6 cm. Akarnya panjang (hingga 80 cm), berwarna putih, menggantung di bawah roset, dan banyak ditumbuhi rambut akar halus yang membentuk struktur seperti

keranjang, membantu daya apung tanaman. Batangnya sangat pendek, kadang tidak tampak, dan bercabang sejajar permukaan air. *Pistia stratiotes* juga memiliki buah buni bulat kecil dan berkembang biak baik secara generatif maupun vegetatif melalui stolon [24].



Gambar 5. *Pistia stratiotes*

Interpretasi ekologis dan keterkaitan dengan kualitas air terhadap keberadaan *Bacopa monnieri*, *Cabomba caroliniana*, dan *Pistia stratiotes* di Sumber Sira menunjukkan adanya adaptasi morfologi dan fisiologi tumbuhan air terhadap lingkungan perairan sesuai dengan kondisi habitatnya. Ketiga jenis tumbuhan tersebut mewakili kelompok tumbuhan air terendam, mengambang, dan yang muncul ke permukaan. *Bacopa monnieri* merupakan tumbuhan air yang muncul di permukaan. *Pistia stratiotes* merupakan tumbuhan air mengambang. Sedangkan untuk *Cabomba caroliniana* merupakan tumbuhan air yang terendam. Hal ini menegaskan bagaimana lingkungan perairan di Sumber Sira mendukung keberagaman jenis tumbuhan air dengan adaptasi khusus untuk bertahan hidup di air. Adapun faktor-faktor lingkungan yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangbiakan dari tumbuhan tersebut. Salah satu faktor yang dimaksud adalah terkait kualitas perairan. Menurut Andarani et al. [25] kualitas perairan perlu diteliti karena sangat penting bagi kelangsungan proses-proses ekologi (siklus nutrien, stabilitas lingkungan, dan sistem penyangga kehidupan). Kualitas air, seperti kejernihan, kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu, sangat menentukan jenis serta kelimpahan tumbuhan air yang dapat tumbuh di ekosistem tersebut. Air yang kaya akan oksigen dan memiliki pH netral hingga sedikit basa umumnya mendukung proses fotosintesis serta metabolisme tumbuhan air secara optimal. Sebaliknya, kualitas air yang tercemar atau mengalami perubahan drastis akibat aktivitas manusia, seperti limbah domestik atau pertanian, dapat menghambat pertumbuhan dan bahkan menyebabkan kematian.

Tumbuhan air yang ditemukan di Sumber Sira berperan penting sebagai komponen biologi dalam ekosistem perairan yang sensitif terhadap perubahan lingkungan. Keberadaan makrofita akuatik tersebut tidak hanya berfungsi sebagai produsen primer, tetapi juga sebagai mikrohabitat bagi organisme lain di perairan, yang secara langsung mempengaruhi keberlangsungan ekosistem air tawar di lokasi tersebut [26]. Dengan demikian, jenis dan kelimpahan tumbuhan air dapat menjadi indikator penting kondisi lingkungan perairan di Sumber Sira. Selain peran ekologisnya, tumbuhan air yang ada juga berpotensi mendukung kualitas lingkungan perairan secara berkelanjutan melalui fungsi fitoremediasi, yaitu kemampuan untuk mengurangi polutan di air secara efektif tanpa memerlukan instalasi rumit. Oleh karena itu, keberadaan tanaman air di Sumber Sira menjadi bagian integral dari sistem ekosistem yang menjaga kestabilan dan kualitas habitat akuatik, sekaligus menunjang fungsi ekologi yang penting bagi berbagai organisme, termasuk ikan air tawar yang hidup dan berkembang biak di sana [27].

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi tiga jenis tumbuhan air di perairan Sumber Sira, Kabupaten Malang, yaitu *Bacopa monnieri*, *Cabomba caroliniana*, dan *Pistia stratiotes*. Ketiga spesies tersebut menunjukkan adaptasi morfologi dan fisiologi yang sesuai dengan kondisi habitat yang jernih, dangkal, serta kaya oksigen, sehingga mencerminkan kualitas lingkungan perairan yang baik. Keberadaan tumbuhan air dari berbagai tipe terendam, mengambang, dan muncul ke permukaan menunjukkan bahwa ekosistem Sumber Sira mendukung keragaman hayati yang penting dalam menjaga keseimbangan ekologi. Temuan ini memberikan kontribusi nyata terhadap konservasi dan pengelolaan lingkungan, khususnya dalam menjaga kelestarian makrofita akuatik yang memiliki fungsi ekologis penting seperti produsen primer, habitat mikro, dan agen fitoremediasi alami. Oleh karena itu, pengelolaan kawasan Sumber Sira perlu dilakukan secara berkelanjutan dengan melibatkan masyarakat dan pengelola wisata. Penelitian lanjutan disarankan untuk menganalisis lebih dalam hubungan antara kualitas air dan distribusi tumbuhan air, serta mengeksplorasi potensi pemanfaatan tumbuhan tersebut sebagai sumber edukasi, ekonomi, maupun pengendali pencemaran lingkungan secara alami.

Daftar Pustaka

- [1] M. S. Lesiv, A. I. Polishchuk, and H. L. Antonyak, “Aquatic macrophytes: ecological features and functions,” *Studia Biologica*, vol. 14, no. 2, pp. 79–94, 2020, doi: 10.30970/sbi.1402.619.
- [2] A. M. Haroon and R. G. Abd Ellah, “Variability response of aquatic macrophytes in inland lakes: A case study of Lake Nasser,” *Egyptian Journal of Aquatic Research*, vol. 47, no. 3, pp. 245–252, 2021, doi: 10.1016/j.ejar.2021.07.004.
- [3] A. Suryandari and Y. Sugianti, “Tumbuhan air di Danau Limboto, Gorontalo: Manfaat dan permasalahannya,” *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, vol. 2, no. 4, pp. 151-158, 2017, doi: 10.15578/bawal.2.4.2009.151-158.
- [4] N. A. I. Putri, A. A. Subhan, R. Yuli, and W. Linda, “Dinamika struktur komunitas tumbuhan air di Danau Lutan Kelurahan Tumbang Rungun Kota Palangka Raya,” *Journal of Tropical Fisheries*, vol. 17, no. 1, pp. 30–43, 2022, doi: 10.36873/jtf.v17i1.8593.
- [5] P. Christy, Syamsuardi, Nurainas, and Chairu, *Ragam Flora Akuatik di Sekitar Kita*. Yogyakarta, Indonesia: Deepublish, 2023.
- [6] L. P. Astuti and I. Indriatmoko, “Kemampuan beberapa tumbuhan air dalam menurunkan pencemaran bahan organik dan fosfat untuk memperbaiki kualitas air,” *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 19, no. 2, pp. 183-190, 2018, 10.29122/jtl.v19i2.2063.
- [7] N. Nurdin, A. Y. Ismail, D. Kosasih, D. Deni, and N. Herlina, “Tumbuhan air invasif berpotensi sebagai fitoremediator bahan organik total (BOT) di Waduk Darma Kuningan,” *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 22, no. 1, pp. 175–183, 2023, doi: 10.14710/jil.22.1.175-183.
- [8] E. Enderyeni, *Akuaskap Modern: Integrasi Tanaman dan Ikan Hias dalam Akuarium*. Medan, Indonesia: Media Penerbit Indonesia, 2024.
- [9] R. Tosepu, *Analisis Kualitas Lingkungan*. Ponorogo, Indonesia: Uwais Inspirasi Indonesia, 2024.
- [10] N. Azmin, “Inventarisasi tumbuhan air di kawasan wisata Air Terjun Bidadari Desa Kawinda To’i Kecamatan Tambora Kabupaten Bima,” *JUSTER: Jurnal Sains dan Terapan*, vol. 2, no. 3, pp. 22–26, 2023, doi: 10.57218/juster.v2i3.616.
- [11] M. Rizaldi and A. L. Qodariyah, “Destinasi wisata alam Sumber Sira berbasis komunitas sebagai kearifan lokal di Desa Putukrejo, Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang,” *Fajar Historia: Jurnal Ilmu Sejarah dan Pendidikan*, vol. 4, no. 2, pp. 105–116, 2020, doi: 10.29408/fhs.v4i2.2580.
- [12] M. P. Hasibuan, R. Azmi, D. B. Arjuna, and S. U. Rahayu, “Analisis pengukuran temperatur udara dengan metode observasi,” *Jurnal Garuda Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2023, doi: 10.55537/gabdimas.v1i1.582.
- [13] A. E. Berndt, “Sampling Methods,” *Journal of Human Lactation*, vol. 36, no. 2, pp. 224–226, 2020, doi:

- 10.1177/0890334420906850.
- [14] F. Malahati, P. Jannati, Q. Qathrunnada, and S. Shaleh, "Kualitatif: Memahami karakteristik penelitian sebagai metodologi," *Jurnal Pendidikan Dasar*, vol. 11, no. 2, pp. 341–348, 2023, doi: 10.18860/jpd.v11i2.17759.
- [15] Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung, Indonesia: Alfabeta, 2019.
- [16] M. T. S. Teguh, T. N. Wulan, and D. E. Juansah, "Teknik pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif pada metode penelitian," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 8, no. 3, pp. 5962–5974, 2023, doi: 10.23969/jp.v8i3.5954.
- [17] R. Irawanto, I. K. Abywijaya, and D. Mudiana, "Kajian pustaka keanekaragaman tumbuhan di Cagar Alam Pulau Sempu, Jawa Timur," in *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 138–146, 2017, doi: 10.13057/psnmbi/m030123.
- [18] G. D. Gelyaman, "Faktor-faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas besi bagi tumbuhan," *Jurnal Saintek Lahan Kering*, vol. 1, no. 1, pp. 14–16, 2018, doi: 10.32938/jslk.v1i1.14.
- [19] I. Isnaniah, N. A. Aprilea, and R. Kirana, "Bacopa monnieri dan kesehatan neurologis: Tinjauan literatur terhadap studi yang meneliti perannya dalam meningkatkan fungsi kognitif," *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, vol. 4, no. 1, pp. 4015–4028, 2024, doi: 10.55681/jci.v4i1.4028.
- [20] D. A. Putri, *Morfologi dan Pemanfaatan Tanaman Obat*, 1st ed. Yogyakarta, Indonesia: Andi Offset, 2018.
- [21] R. S. Mishra, *Aquatic Plants and Their Environmental Role*, 1st ed. New Delhi, India: Springer, 2019.
- [22] R. Pratiwi, *Fitoremediasi Air Tercemar*. Pekalongan, Indonesia: Penerbit NEM, 2022.
- [23] A. K. Zustriani, "Fitoremediasi dan potensi tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes* L.) untuk mengurangi kadar logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada limbah cair laboratorium," *Integrated Lab Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 84–94, 2020, doi: 10.5281/zenodo.4075602.
- [24] D. P. Sari and D. Purnama, "Efektivitas metode fitoremediasi dengan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) terhadap penurunan kadar BOD, COD, TSS, dan ammonia dalam limbah domestik," *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, vol. 5, no. 1, pp. 45–54, 2023, doi: 10.20885/jstl.vol15.iss2.art2.
- [25] T. Andarani, E. D. Hastuti, and R. B. Hastuti, "Perubahan kualitas air dan hubungannya dengan pertumbuhan semai *Rhizophora mucronata* Lamk. berdasarkan waktu pengamatan yang berbeda pada saluran tambak wanamina," *Jurnal Akademika Biologi*, vol. 5, no. 1, pp. 72–81, 2016, doi: 10.14710/jab.v5i1.19483.
- [26] D. A. Putra and S. Wulandari, "Peran tumbuhan air sebagai bioindikator kualitas air di Danau X," *Jurnal Biologi Indonesia*, vol. 17, no. 2, pp. 89–98, 2021, doi: 10.47349/jbi.v17i2.89.
- [27] N. A. Saiful, N. Kurnia, and H. Loadang, "Kajian ekosistem mangrove di Desa Balang Baru Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto sebagai dasar pembuatan lembar kerja peserta didik untuk menunjang pembelajaran ekosistem," *Jurnal Koulutus*, vol. 6, no. 1, pp. 59–72, 2023.