

Identifikasi jenis pohon riparian dan kualitas mata air di Kecamatan Amarasi Barat, Kabupaten Kupang

Identification of riparian trees and springs water quality in West Amarasi District, Kupang Regency

Agnes Manewalu¹, Netri Taloim¹, Joana Da Conceicao Belo¹, Yustina Yeni¹, Chatarina
Gradict Semiun^{1*}

¹Program Studi Biologi, Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang, Indonesia

Abstrak

Pohon riparian berperan sebagai bioindikator dan agen proses fitoremediasi untuk menjaga kualitas air. Tujuan penelitian yaitu untuk mengidentifikasi pohon riparian dan kualitas air di beberapa sumber mata air Kecamatan Amarasi Barat. Metode yang digunakan dalam riset ini adalah *Quadrat Sampling Technique* yang dilakukan secara acak. Di setiap plot, peneliti melakukan identifikasi tumbuhan. Selain itu, dilakukan pengambilan data parameter abiotik kualitas air seperti DO, TDS, suhu air, pH, konduktivitas, salinitas, BOD, COD, TSS dan Pb. Analisis data meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dan analisis gap antara data parameter kualitas air dengan kriteria kualitas air menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 (kelas 1). Hasil penelitian menunjukkan Mata Air Toobaun terdiri dari 18 jenis pohon riparian, Mata Air Nekbaun 14 jenis dan Mata Air Merbaun terdiri dari 7 jenis dengan indeks keanekaragaman berkisar sangat buruk dan sedang. Selanjutnya, parameter kualitas air yang belum memenuhi kriteria kualitas air meliputi BOD, COD dan Pb.

Kata kunci: kualitas air, mata air, pohon riparian, Nusa Tenggara Timur, bioindikator

Abstract

Riparian trees act as bioindicators and phytoremediators to maintain water quality. This research aimed at identifying riparian trees and water quality in several springs in West Amarasi sub-district. The method used in this research was Quadrat Sampling Technique which was carried out randomly. In each plot, researchers carried out plant identification. In addition, abiotic data were collected on water quality parameters (DO, TDS, water temperature, pH, conductivity, salinity, BOD, COD, TSS and Pb). Data analysis included the Shannon-Wiener diversity index and gap analysis between physical and chemical water parameter data and water quality criteria according to PP RI Number 22 of 2021 (Class I). The results found that Toobaun springs consisted of 18 types of riparian trees, 14 types of Nekbaun springs. Meanwhile, in Merbaun springs there were 7 types, with a diversity index ranging from very poor to moderate. Furthermore, water quality parameters that did not fulfill the water quality criteria include BOD, COD and Pb.

Keywords: water quality, springs, riparian trees, Nusa Tenggara Timur, bioindicators

1. PENDAHULUAN

Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) memiliki iklim kering semi-arid, dengan musim kemarau delapan bulan dan musim hujan empat bulan. Kondisi ini berpengaruh terhadap ketersediaan air khususnya di sumber mata air. Sumber mata air sangat berperan penting bagi makhluk hidup terlebih khusus bagi kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-harinya. Mata air sangat diperlukan untuk keperluan rumah tangga, aktivitas pertanian, peternakan dan perikanan (Bano *et al.* 2023). Aktivitas manusia dapat meningkatkan jumlah sampah apabila tidak dikelola dengan baik yang selanjutnya berdampak pada penurunan kualitas mata air yang dikaitkan dengan keberadaan vegetasi riparian dan air di sumber mata air.

* Korespondensi Penulis
Email : chatarinagr4dict@unwira.ac.id

Air dari mata air biasanya berkualitas baik, jernih, tawar dan menyejukkan (Sudarmadji *et al.* 2016). Kualitas air yang baik dapat diukur dari beberapa parameter fisika, kimia dan biologi. Parameter fisika meliputi suhu, salinitas, warna, padatan terlarut, daya hantar listrik, tingkat kekeruhan, rasa dan bau. Parameter kimia mencakup pH, oksigen terlarut, BOD, kadar logam dan kandungan ion. Parameter biologi meliputi keberadaan mikroorganisme yang terkandung di dalam air seperti bakteri *coliform*, virus dan plankton. Ketersediaan air yang berkualitas bagus dapat dipengaruhi oleh dua faktor yakni faktor alami dan faktor non-alami. Faktor non-alami terjadi akibat aktivitas manusia seperti limbah pertanian, limbah domestik, cuci, mandi dan pengairan. Faktor alami salah satunya adalah keberadaan vegetasi.

Vegetasi mencakup keseluruhan tumbuhan di suatu area yang berperan sebagai area penutup lahan yang terdiri dari habitus herba, perdu dan pohon (Maghfirah *et al.* 2020). Vegetasi yang paling sering mendapat tekanan aktivitas antropogenik adalah vegetasi pohon mata air atau biasa disebut pohon riparian. Pohon riparian memiliki peranan ekologis yang sangat penting, di antaranya menjaga kualitas air, pemasok serasah, sebagai habitat dan penyaring alami berbagai polutan (Semiun *et al.* 2020; Liunima *et al.* 2022). Fungsi lain pohon riparian adalah sebagai bioindikator kualitas lingkungan yaitu sebagai pendeteksi perubahan yang terjadi di lingkungan sehingga dapat memprediksi level gangguan pada lingkungan tersebut (Parmar *et al.* 2016).

Selain itu pohon riparian juga digunakan untuk meremediasi limbah organik dan anorganik sehingga kualitas air tetap terjaga dan menjadi lebih baik. Proses ini dikenal dengan istilah fitoremediasi. Tumbuhan fitoremediasi memiliki karakteristik yang khas seperti pertumbuhan yang cepat, biomassa yang tinggi, sistem perakaran yang kuat dan dalam dan kemampuan mengakumulasi konsentrasi polutan yang tinggi (Irawanto dan Afifudin 2024). Fitoremediasi adalah teknik yang menggunakan tanaman untuk menghilangkan, menstabilkan, melumpuhkan, atau menghancurkan polutan baik senyawa organik maupun anorganik dari tanah dan air. Keberadaan pohon juga merupakan salah satu cara untuk mempertahankan kekuatan tanah dan kondisi mata air di dalamnya (Wahyunah *et al.* 2016). Pengolahan dan pelestarian pohon riparian dibutuhkan agar kualitas air di suatu ekosistem tetap terjaga

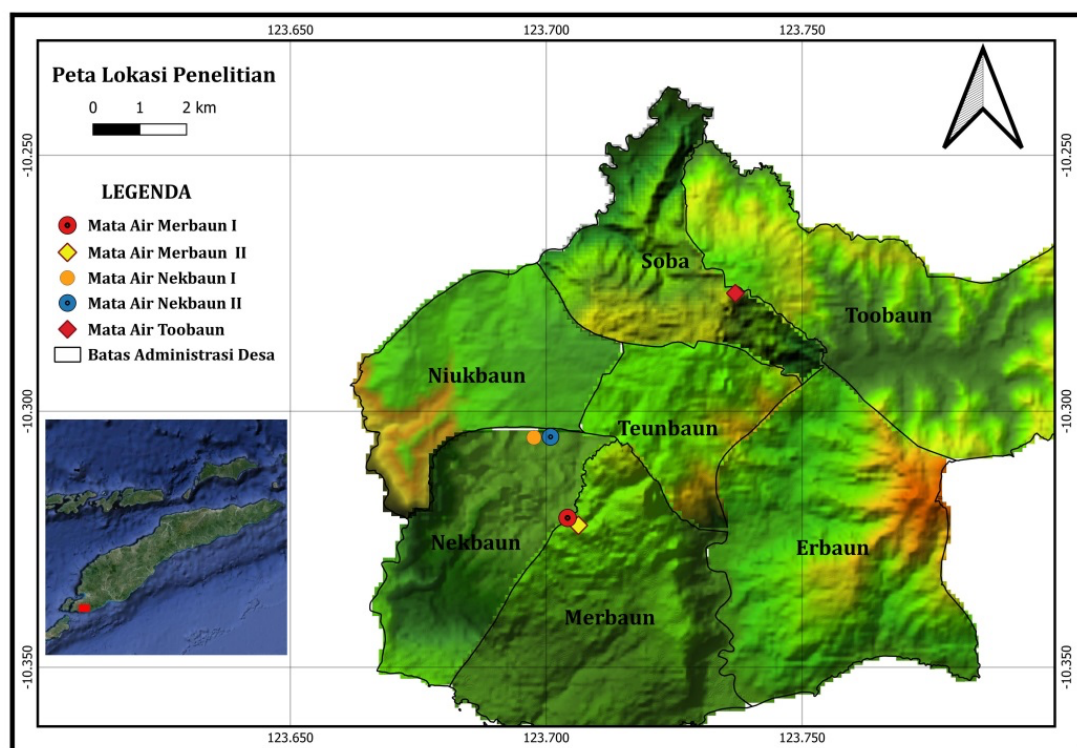
Penelitian tentang pohon riparian dalam menentukan kualitas mata air sudah dilakukan, namun kaitannya dengan kualitas air masih minim informasi, sehingga sebagai langkah awal sangat penting untuk mengidentifikasi jenis pohon riparian

melalui pendataan jenis pohon riparian dan kualitas air di mata air. Informasi yang diperoleh dapat dijadikan rekomendasi strategi yang tepat dalam rangka restorasi, rehabilitasi dan remediasi pohon riparian dan mata air yang telah mengalami degradasi.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Maret sampai Juli tahun 2024 di beberapa mata air Kecamatan Amarasi Barat, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Terdapat tiga desa yang menjadi lokasi penelitian, yaitu Desa Toobaun (Mata Air Toobaun), Desa Nekbaun (Mata Air Nekbaun 1 dan Nekbaun 2) dan Desa Merbaun (Mata Air Merbaun1 dan Merbaun 2) seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel.

2.2. Alat dan bahan

Alat yang digunakan meliputi GPS *Multiparameter Digital*, kamera, meter roll 50 m dan 100 m, tali rafia, etiket gantung, gunting dan alat tulis-menulis. Bahan yang digunakan adalah pohon riparian dan sampel air yang terdapat di mata air.

2.3. Prosedur Kerja

2.3.1. Pengambilan data pohon riparian

Pengambilan data pohon menggunakan *Quadrat Sampling Technique* (Fathoni *et al.* 2021) yang dilakukan secara acak. Di setiap plot, peneliti melakukan identifikasi tumbuhan. Pengenalan nama tumbuhan menggunakan nama lokal, yang dirujuk ke nama ilmiah atau nama binomial (Banilodu *et al.* 2018).

2.3.2. Pengambilan data kualitas fisika-kimia air

Pengukuran parameter kualitas fisika-kimia air terdiri atas *Dissolve Oxygen* (DO), *Total Dissolved Solids* (TDS), suhu air, pH, konduktivitas, salinitas, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan Timbal. Pengukuran suhu, TDS, konduktivitas, salinitas dan pH dilakukan secara langsung di lokasi, sedangkan untuk pengukuran parameter lainnya dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Timur.

2.4. Analisis Data

Analisis data menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (Liunima *et al.* 2022) seperti pada **Persamaan 1** dengan kategori indeks keanekaragaman pada **Tabel 1**.

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

H' = Indeks Shanon-Wiener

P_i = Proporsi kerapatan jenis ke $i = (n_i/N)$

n_i = Kerapatan jenis ke i

N = Kerapatan seluruh jenis

Tabel 1. Kategori indeks keanekaragaman (H').

Interval nilai (H')	Kategori
< 1,5	Sangat buruk
1,5 – 2,0	Buruk
2,6 – 3,0	Sedang
2,6 – 3,0	Baik
> 3,0	Sangat baik

Selanjutnya profil kualitas air di lokasi pengamatan dikaji menggunakan analisis gap (Semiun *et al.* 2023), yaitu membandingkan antara data variabel fisika kimia kualitas air yang diperoleh di lapangan dengan kriteria baku mutu kualitas air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021. Variabel yang dapat mencapai kriteria baku mutu yang ditetapkan selanjutnya menjadi keunggulan. Sebaliknya, jika variabel tidak memenuhi baku mutu maka dianggap menjadi kelemahan dan berpotensi menjadi permasalahan ekologis di kemudian hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Jenis pohon riparian yang ditemukan di mata air

Penelitian telah dilakukan di lima titik mata air yang berlokasi di tiga desa yaitu Toobaun (1 titik), Merbaun (2 titik) dan Nekbaun (2 titik). Berdasarkan hasil penelitian (**Tabel 2**), di Mata Air Toobaun ditemukan sebanyak 18 jenis pohon dari 13 famili dengan total 50 individu. Di Mata Air Nekbaun ditemukan sebanyak 14 jenis pohon dari 8 famili dengan total 84 individu. Mata Air Merbaun ditemukan sebanyak 7 jenis pohon dari 5 famili dengan total 52 individu. Dari ketiga lokasi tersebut, tumbuhan yang paling sering ditemukan berasal dari famili Arecaceae yaitu *Cocos nucifera* L., *Arenga pinnata*, *Areca catechu* L. dan *Corypha utan* Lamk. Jenis tumbuhan ini sengaja ditanam untuk memenuhi kebutuhan social-ekonomi masyarakat.

Tumbuhan dari famili Arecaceae selain digunakan untuk sosial budaya masyarakat setempat seperti kontruksi, kegiatan adat, sumber makanan. Arecaceae juga memiliki nilai ekologis dalam menjaga kualitas air yaitu memiliki kemampuan untuk meremediasi dan mampu beradaptasi dengan kondisi habitat mata air (Semiun *et al.* 2024). Keberadaan Arecaceae tersebar di wilayah beriklim tropis dan subtropis salah satunya Indonesia dengan jumlah Arecaceae sekitar 460 jenis dengan karakteristik morfologi yang khas, di antaranya adalah batang lurus yang menjulang tinggi di atas permukaan tanah dengan ketinggian berkisar 10 sampai 30 meter, daun menyirip dan akar serabut (Novianti *et al.* 2023).

Tabel 2. Jenis pohon riparian di tiga lokasi.

No.	Famili	Nama lokal	Nama ilmiah	ΣIndividu		
				T	N	M
1	Anacardiaceae	Mangga	<i>Mangifera indica</i> L.	3	2	2
2	Annonaceae	Kananga	<i>Cananga odorata</i> (Lamk.) Hook	1	1	-
3	Arecaceae	Lontar	<i>Borassus flabellifer</i>	1	-	-
4	Arecaceae	Tuni	<i>Corypha utan</i> Lamk.	5	15	-
5	Arecaceae	Enau	<i>Arenga pinnata</i>	3	11	20
6	Arecaceae	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i> L.	-	19	18
7	Arecaceae	Pinang	<i>Areca catechu</i> L.		15	7
8	Euphorbiaceae	Kemiri	<i>Aleurites molucana</i> (L.) Wild.	5	-	-
9	Fabaceae	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	4	-	-
10	Fabaceae	Sengon Laut	<i>Paraserianthes falcataria</i> L.	1	-	-
11	Malvaceae	Kapuk	<i>Ceiba pentandra</i>	2	-	-
12	Malvaceae	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	1	-	-
13	Meliaceae	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	3	9	-
14	Meliaceae	Suren	<i>Toona sureni</i>	2	1	1
15	Moraceae	Loa	<i>Ficus racemosa</i>	2	-	-
16	Moraceae	Beringin	<i>Ficus benjamina</i> L.	-	1	2
17	Moraceae	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamk.	-	2	-
18	Myrtaceae	Jambu air hutan	<i>Syzygium samarangense</i> (Blume) Merr. & L. M. Perry	-	4	2
19	Myrtaceae	Jamblang	<i>Syzygium cumini</i> L.	-	1	-
20	Rubiaceae	Jabon Putih	<i>Anthocephalus cadamba</i>	1	-	-
21	Salicaceae	Hoek	<i>Homalium foetidum</i> (Roxb.) Benth	2	-	-
22	Sapotaceae	Torem	<i>Manilkara kanosiensis</i>	-	1	-
23	Sterculiaceae	Busi	<i>Melochia umbrelata</i>	1	-	-
24	Rhamnaceae	Bidara	<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	-	-
25	Verbenaceae	Jati Merah	<i>Tectona grandis</i> Linn.	12	-	-
26	Verbenaceae	Jati Putih	<i>Gmelina arborea</i>	-	2	-
Jumlah				50	84	52

Keterangan: T = Desa Toobaun; N = Desa Nekbaun; M = Desa Merbaun

3.2. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Keanekaragaman jenis tumbuhan riparian pada ketiga lokasi mata air dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener yang tergolong dalam kategori sangat buruk dan sedang (**Tabel 3**). Hal ini dikarenakan proporsi sebaran kelimpahan spesies pohon tidak merata, terdapat beberapa spesies yang sangat dominan dari famili Arecaceae yaitu *Cocos nucifera* L., *Arenga pinnata*, *Areca catechu* L. dan *Corypha utan* Lamk. Nilai indeks keanekaragaman pohon riparian yang rendah menunjukkan vegetasi pohon riparian telah mengalami gangguan antropogenik yang cukup tinggi.

Tabel 3. Nilai H' jenis pohon riparian.

No.	Mata Air	H'	Kategori
1	Toobaun	2,57	Sedang
2	Nekbaun	2,13	Sedang
3	Merbaun	1,46	Sangat buruk

Menurut Liunima *et al.* (2022), keanekaragaman vegetasi riparian baik jika sebaran kelimpahan jumlah individu pada setiap famili merata. Di sekitar mata air terdapat aktivitas antropogenik yang dapat mengubah struktur maupun fungsi dari organisme yang hidup di suatu ekosistem perairan. Gangguan ekologi seperti pencemaran lingkungan dapat membuat menurunnya jumlah kekayaan taksa, kelimpahan dan bergesernya komposisi taksa dari yang sensitif menjadi taksa yang toleran (Sudarso *et al.* 2013).

3.3 Parameter kualitas air

Hasil pengujian menunjukkan ada tiga parameter yang belum memenuhi baku mutu meliputi BOD, COD dan timbal (**Tabel 4**). Kadar BOD dan COD yang ditemukan di Mata Air Toobaun adalah 463 mg/L dan 725,82 mg/L. Pada Mata Air Nekbaun kadar BOD 84,14 mg/L (N1) dan 9,41 mg/L (N2), kadar COD 90,13 (N1) mg/L dan 12,96 mg/L (N2). Pada Mata Air Merbaun, kadar BOD 4,17 mg/L (M1) dan 9,06 (M2) dan kadar COD 11,92 mg/L (M2). Kadar COD Mata Air Merbaun (M2) memenuhi baku mutu.

Tabel 4. Kualitas air pada tiga lokasi pengamatan mata air.

Parameter	Satuan	Baku mutu*	Hasil				
			T	N		M	
				1	2	1	2
pH		6-9	6,93	6,91	6,89	7,00	7,00
Suhu	°C	Deviasi 3	26,03	25,6	25,0	26,8	26,5
Konduktivitas	µs/cm	-	587	703	702	902	954
Salinitas	psu	Air Tawar	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
TDS	ppm	1000	295,67	350	351	451	477
DO	mg/L	≥ 6	7,07	9,18	8,57	8,78	9,08
TSS	mg/L	40	3	1	6	5	3
BOD	mg/L	2	463	84,14	9,41	4,17	9,06
COD	mg/L	10	725,82	90,13	12,96	6,38	11,92
Timbal	mg/L	0,03	0,687	0,0006	0,0006	0,0006	0,0007

Keterangan: T = Desa Toobaun; N = Desa Nekbaun; M = Desa Merbaun

*Sumber: PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Tingginya kadar BOD dan COD diduga karena ada bahan organik seperti tumbuhan dan hewan mengalami pembusukan, sehingga organisme air membutuhkan oksigen terlarut untuk mendegradasi bahan buangan organik tersebut. Semiun *et al.* (2024) menemukan kadar BOD dan COD yang cukup tinggi mengindikasikan bahwa mata air telah tercemar dengan bahan organik seperti tumbuhan dan hewan mengalami pembusukan, sehingga organisme air membutuhkan oksigen dalam jumlah yang cukup banyak untuk mendegradasi bahan organik yang ada dalam air. Penelitian Wibowo *et al.* (2024) menemukan vegetasi riparian memiliki hubungan yang signifikan dengan nilai BOD ($p\text{-value} = 0.029$). Lebih lanjut penelitian tersebut menjelaskan bahwa keberadaan vegetasi riparian di area mata air mampu meningkatkan kemampuan perairan dalam mendegradasi bahan organik.

Level BOD dan COD dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik yang ditemukan di semua lokasi penelitian (Zhang *et al.* 2024). Di sekitar area mata air terdapat kegiatan berkebun, beternak, mencuci dan mandi yang berpotensi mempengaruhi kualitas fisika-kimia air. Hal ini sesuai dengan pendapat Azhar dan Dewata (2018) bahwa keberadaan BOD dan COD di lingkungan ditentukan oleh limbah organik seperti limbah rumah tangga dan limbah industri. Semakin banyak bahan organik masuk ke lingkungan perairan maka perairan menjadi tercemar (Rinaldi *et al.* 2023).

Hasil pengujian kadar timbal, pada Mata Air Toobaun sebesar 0,687 mg/L belum memenuhi baku mutu ($>0,03$ mg/L), sedangkan untuk Mata Air Nekbaun dan Merbaun telah memenuhi baku mutu ($<0,03$ mg/L). Tingginya kadar timbal pada Mata Air Toobaun diduga karena keberadaan pipa sebagai penyedot air dan keberadaan seng sebagai penutup mengalami korosif (Herman 2017). Timbal pada saluran pipa mudah terlepas dan bercampur dengan air dikarenakan faktor lingkungan, jenis dan ketebalan pipa, umur pipa dan proses korosifikasi. Menurut Handriani *et al.* (2020) timbal merupakan logam berat dengan toksisitas tinggi dan akut namun jarang ditemukan di masyarakat luas, toksisitas kronik sangat mungkin terjadi tanpa disadari seiring dengan peningkatan sumber paparan timbal di lingkungan. Timbal tidak dapat diolah oleh tubuh (Rachmawati *et al.* 2024), sehingga dapat menimbulkan masalah kesehatan serius. Penelitian Hernandez-Maravilla *et al.* (2025) menemukan konsentrasi Pb di ekosistem riparian cukup tinggi disebabkan karena tingginya aktivitas antropogenik dan kegiatan industri, yang berdampak pada penurunan kualitas air.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, di sumber Mata Air Toobaun ditemukan sebanyak 18 jenis pohon dari 13 famili dengan total 50 individu. Di sumber Mata Air Nekbaun ditemukan sebanyak 14 jenis pohon dari 8 famili dengan total 84 individu. Dan di sumber Mata Air Merbaun ditemukan sebanyak 7 jenis pohon dari 5 famili dengan total 52 individu. Hasil pengukuran kualitas air, hampir semua parameter memenuhi baku mutu, kecuali BOD, COD dan timbal. Perlu pengelolaan lokasi mata air agar kondisinya tidak terbuka, sehingga dapat meminimalkan masukan sampah dan masyarakat tidak mengonsumsi air secara langsung sebelum dimasak.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi dan kepada Universitas Katolik Widya Mandira yang telah mendanai penelitian ini dengan skim Program Kreativitas Mahasiswa Riset Eksakta (PKM-RE) tahun 2024. Kepada pemerintah daerah dan masyarakat desa yang telah memberi izin penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Azhar A dan I Dewata. 2018. Studi kapasitas beban pencemaran sungai berdasarkan parameter organik (BOD, COD Dan TSS) di Batang Lembang Kota Solok, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)* 2(1):76–87.
- Banilodu L, Asal A.S, Restin ML dan Paru O. 2018. Herbarium digital spesies pohon, semak dan herba di gereja tua (bekas Kampung Tajo) Desa Nginamanu Kecamatan Wolomeze Kabupaten Ngada Privinsi NTT. Kupang: Lembata G-Tukan Media.
- Bano EE, Laynurak YM, Semiun CG dan Mamulak YI. 2023. Keanekaragaman pohon riparian di beberapa mata air Desa Soba Kabupaten Kupang. *Spizaetus: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi* 4(3):211–20.
- Fathoni A, Rohman F dan Sulisetijono S. 2021. Karakter pohon area sekitar sumber mata air di Malang Raya, Jawa Timur. *Biotropika: Journal of Tropical Biology* 9(1):69–79.
- Handriani KATS, Habibah N dan Dhyana Putri IGAS. 2020. Analisis kadar timbal (Pb) pada air sumur gali di kawasan tempat pembuangan akhir sampah Banjar Suwung

- Batan Kendal Denpasar Selatan. Jurnal Sains dan Teknologi 9(1):68–75.
- Herman. 2017. Analisis kadar timbal (Pb) pada air yang melalui saluran pipa penyalur Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Makasar. Jurnal Media Analis Kesehatan 8(2):91–99.
- Hernandez-Maravilla S, Castrejon-Godinez ML, Saldarriaga-noreña HA, Tovar-Sánchez E, Rodríguez A, Rosas-Ramírez ME and Mussali-Galante P. 2025. Metal biomonitoring through arboreal species in riparian ecosystems : *Pithecellobium dulce* as a bioindicator species. Plants 14(118):1–19.
- Irawanto R and Afifudin AFM. 2024. Identification of riparian plants potential for remediation and water quality monitoring in the downstream of Brantas River, East Java. Sciscitatio 5(1):47–57.
- Liunima V, Banilodu L and Semiun CG. 2022. Composition and diversity of riparian vegetation of the Talau River , Belu regency. Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan 7(2):81–90.
- Maghfirah A, Aini A, Agustinawati, Mulyadi dan Fakhri. 2020. Analisis vegetasi tumbuhan strata pohon di kawasan pantai nipah Pulo Aceh kabupaten Aceh Besar. In *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Rniry, 1–6.
- Novianti D, Nursaidah D and Supriatna A. 2023. Karakterisasi dan keanekaragaman tumbuhan famili Arecaceae di Kampus 1 UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman (JURRIT) 2(1):65–79.
- Parmar TK., Rawtani D and Agrawal YK. 2016. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. Frontiers in Life Science 9(2):110–18.
- [PP] Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
- Rachmawati S, Bernadetta P, Mardiyanto MB, Fil'ardiani NU, Khoirunnisa S dan Arta YPA. 2024. Kandungan Logam berat besi (Fe) dan timbal (Pb) pada air lindi TPA Putri Cempo, Surakarta. Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management) 8(2):219–32.
- Rinaldi, Febriana V, Razak A, Handayuni L dan Yuniarti E. 2023. Analisis kondisi sanitasi pemukiman di daerah pesisir (studi kasus: Muaro Lasak, Kota Padang). Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management) 7(3):299–308.

- Semiun CG, Retnaningdyah C and Arisoesilaningsih E. 2020. Structural modelling of riparian tree diversity and ecosystem degradation roles in determining the water quality of springs and its drains in East Java. *J. Degrade. Min. Land Manage* 8(1):2431–2438.
- Semiun CG, Mamulak YI, Pani E and Stanis S. 2023. Riparian trees and its roles to water quality in Niukbaun Spring. *Indonesian Journal of Applied Research* 4(2):123–131.
- Semiun CG, Mamulak YI dan Pani E. 2024. Riparian Tree diversity and water quality of Teunbaun Spring Kupang Regency. *Jurnal Biologi Udayana* 28(1):52–61.
- Sudarmadji S, Darmanto D, Widyastuti M and Lestari S. 2016. Springs management for sustainability domestic water supply in the South West of Merapi volcano slope. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 23(1):102.
- Sudarso J, Wardiatno Y, Setiyanto DD dan Anggraitoningsih W. 2013. Pengaruh aktivitas antropogenik di Sungai Ciliwung terhadap komunitas larva trichoptera. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 20(1):68–83.
- Wahyunah W, Krisdianto K, Kadarsah, and Rahmani DR. 2016. Canopy and porosity variation on the trees in the private green space in Loktabat Utara Banjarbaru. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)* 2(2):61–67.
- Wibowo, Cahyo FA, Pramudya AD, Muttaqin T and Pangestu MNA. 2024. The importance of riparian vegetation in maintaining spring water quality in Yeh Penet watershed, Bali, Indonesia. *Biodiversitas* 25(5):2051–2062.
- Zhang WG, Gao Y, Wang Y and Zhou J. 2024. Water Quality assessment and management strategies for Nishan reservoir, Sihe river, and Yihe river based on scientific evaluation. *Water (Switzerland)* 16(1958):1–10.