

KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN HERBA DI SUNGAI PAYETI SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBENTUK HERBARIUM

Putri Ronauli Sihombing, Erfy Melany Lalupanda, Yoin Meissy Matulessy*

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Kristen Wira Wacana Sumba

*corresponding author: yoinmmatulesy@unkriswina.ac.id

ABSTRACT

The purpose of this research is to know the diversity of plants and the use of plants as learning media in the form of a herbarium. This type of research is a descriptive ecological research with a quantitative approach. Based on the results of the research, it is known that the diversity of herbaceous plants in the Payeti River is classified as moderate with a value of $H' = 2.703$. Analysis of other ecological indices such as density is known to be the largest density by *Digitaria setigera* with a relative density value (KR) of 9.54% while the smallest density by *Eleocharis geniculata* which has a relative density value (KR) of 0.27%, the highest frequency is owned by *Digitaria setigera* which has a relative frequency value of 11.14% while *Eleocharis geniculata* has a low frequency species with a relative frequency value of 0.59% and a dominance index of herbaceous plants of 0.071 which is relatively low. The diversity of herbaceous plants was used as a learning medium in the form of a herbarium which obtained an average validation value of 95.06 and was classified as very valid.

Keywords: diversity, herbaceous plants and herbarium

PENDAHULUAN

Sungai ialah suatu wadah tempat berkumpulnya air dari suatu kawasan (Yogafanny, 2015). Air merupakan komponen utama sungai yang menjadi sumber daya alam bagi manusia dan makhluk hidup lainnya (Wiriani, dkk. 2018). Mardhia dan Abdullah (2018) mengatakan bahwa sungai ialah sumber air permukaan yang memberi manfaat bagi manusia. Oleh karena itu sungai memiliki hubungan yang erat

dengan manusia. Sungai dapat memberikan air yang merupakan sumber kehidupan manusia. Selain air, sungai juga menyediakan berbagai kebutuhan lainnya seperti tumbuhan serta hewan yang dapat dipergunakan oleh orang.

Aktivitas manusia dapat mempengaruhi sungai, seperti menumpuk sampah di tepi sungai dan membuang air limbah industri contohnya industri tahu, rumah tangga

dan peternakan dapat mengakibatkan rendahnya kualitas sungai sehingga mempengaruhi keanekaragaman makhluk hidup yang menempati sungai (Yogafanny, 2015). Hal yang sama juga diungkapkan oleh (Mahyudin, dkk. 2015) bahwa aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari pertanian, industri dan kegiatan rumah tangga dapat menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai. Maridi, Saputra, dan Agustina (2015) menjelaskan bahwa kualitas air sungai dapat mempengaruhi keanekaragaman vegetasi (tumbuhan) yang tinggal di Daerah Aliran Sungai

Sungai Payeti yang terletak di kabupaten Sumba Timur, NTT merupakan salah satu contoh sungai yang terkena dampak dari aktivitas manusia. Berdasarkan hasil observasi yang

dilakukan oleh peneliti, daerah aliran sungai payeti mengalami kerusakan lingkungan karena adanya aktivitas manusia seperti menanam sayur pada daerah sekitar sungai dengan menggunakan pestisida dan terdapat banyak sampah yang berserakan pada daerah aliran sungai

payeti. Sampah tersebut asalnya dari sampah rumah tangga, limbah pabrik dan sampah dari usaha rumah makan yang berada di pinggiran sungai. Permasalahan tersebut mengakibatkan sungai payeti mengalami penurunan kualitas air dan sering mengalami banjir serta longsor setiap tahunnya. Selain itu, permasalahan tersebut dapat mengakibatkan menurunnya keanekaragaman makhluk hidup yang tinggal disekitar aliran sungai contohnya seperti hewan dan tumbuhan.

Salah satu contoh tumbuhan yang terkena dampak dari aktivitas manusia yaitu tumbuhan herba. Herba merupakan tumbuhan berbatang basah karena mengandung air, memiliki tinggi sekitar 0.3-2 meter dan hidup di habitat dengan kondisi tanah lembab atau berair, tanah kering, serta bebatuan (Hendrik & Dui, 2018). Tumbuhan ini tergolong ke dalam tumbuhan biji (Divisio Spermatophyta) dan kebanyakan termasuk kedalam tumbuhan biji tertutup/Angiospermae (Emda, 2011). Kehadiran tumbuhan herba pada daerah aliran sungai berfungsi membantu dalam peresapan dan membantu menahan jatuhnya air secara berlangsung sehingga mencegah

terjadinya erosi atau longsor (Maridi, dkk., 2015).

Menurut Aply R., D., dkk. (2022), pemanfaatan tumbuhan herba ini sangat baik sebagai referensi bagi siswa dalam belajar, dalam penelitiannya dibuat ensiklopedia sebagai sumber belajar dan hasil temuan dari validator II sebesar 89% dengan kategori layak. Hal ini juga sesuai dengan kompetensi dasar 3.3. pada indikator ke 4 materi tentang klasifikasi makhluk hidup kelas VII yaitu pengelompokan tumbuhan tingkat rendah dan tingkat tinggi. Untuk mendukung pemahaman siswa tentang klasifikasi makhluk hidup maka keanekaragaman tumbuhan herba di Sungai Payeti dapat dijadikan sebagai media. Salah satunya media pembelajaran yang dapat dipergunakan sebagai alternatif yakni herbarium.

Herbarium adalah tumbuhan yang dikeringkan dan biasanya digunakan untuk menentukan status atau identitas suatu tumbuhan (Esa, Jumari, Murningsih, & Arifiani, 2016:1). Penggunaan herbarium dalam kegiatan pembelajaran merupakan salah satu pemanfaatan lingkungan sebagai media pembelajaran yang dapat membantu tercapainya kompetensi serta tujuan

pembelajaran terkhususnya dalam pembelajaran biologi (Nisaa, Lestari, & Astuti, 2019).

Penelitian Hasugian & Napitupulu, (2016) yang berjudul “Perbedaan Hasil Belajar Spermatophyta Siswa yang Diajar Menggunakan Media Herbarium Dan Tanpa Herbarium Di Kelas X SMA Negeri 2 Kisaran” adalah satu contoh berhasilnya penggunaan herbarium terhadap tercapainya tujuan pembelajaran dalam hal hasilnya. Hasil penelitian menunjukkan nilai pretest kelas eksperimen 33,78 dan nilai pretest kelas kontrol 36,09 sedangkan nilai rata-ratanya posttest kelas eksperimen 78,94 dan kelas kontrol 67,46. Berdasarkan hasil posttest tersebut disimpulkan bahwa nilai kelas eksperimen yang menggunakan herbarium sebagai media belajar lebih tinggi dibandingkan dengan nilai posttest kelas kontrolnya yang tidak menggunakan herbarium. Hasil pengujian hipotesis penelitian tersebut menunjukkan diperoleh $t_{hitung} = 3,101004$ dan $t_{tabel} = 1,9928$, maka $3,101004 < t < 1,9928$, sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar peserta didik yang

menggunakan herbarium dan tidak menggunakan herbarium.

Berdasarkan wawancara dengan guru IPA di SMP Negeri 2 Waingapu, diketahui bahwa tidak tersedia media pembelajaran berupa herbarium tentang keanekaragaman tumbuhan khususnya tumbuhan herba sebagai salah satu tumbuhan tingkat rendah. Guru hanya terpaku pada pembelajaran menggunakan buku paket sekolah yang masih sangat terbatas. Selain itu, hasil penyebaran kuesioner terhadap peserta didik di SMP Negeri 2 Waingapu, sebanyak 85% siswa menjawab tidak adanya herbarium tentang keanekaragaman tumbuhan herba di sekolah dan 90% peserta didik menyetujui adanya penggunaan media pembelajaran dalam bentuk herbarium tumbuhan herba di sekolahnya.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa aktivitas manusia pada daerah aliran sungai memiliki hubungan yang erat dengan keanekaragaman makhluk hidup di daerah aliran sungai. Aktivitas manusia dapat mempengaruhi kualitas air sungai dan akan berdampak pada keanekaragaman makhluk hidup di daerah aliran sungai, contohnya tumbuhan herba. Kehadiran tumbuhan

herba yang memiliki perakaran serabut pada daerah aliran sungai dapat membantu mengurangi dampak erosi/banjir. Selain itu juga dapat mencegah terjadi perubahan luas sungai yang dapat mengganggu perumahan warga di sekitar sungai terutama saat terjadi banjir.

Selain itu, keanekaragaman tumbuhan herba juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar seperti herbarium. Oleh karena itu, judul skripsi ini yakni “Keanekaragaman Tumbuhan Herba Di Daerah Aliran Sungai Payeti Kabupaten Sumba Timur Sebagai Media Pembelajaran Biologi”.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan keanekaragaman tumbuhan herba di daerah aliran sungai Payeti Kabupaten Sumba Timur sebagai media pembelajaran biologi dan mendeskripsikan manfaat tumbuhan herba di Sungai Payeti Kabupaten Sumba Timur sebagai media belajar biologi.

METODE PENELITIAN

Objek Penelitian

Seluruh tumbuhan herba yang berada disepanjang aliran sungai Payeti sedangkan sampelnya adalah tumbuhan herba yang berada 100 meter ke arah hulu (arah atas) sungai dan 100 meter ke arah hilir (arah laut) di bawah jempatan Payeti.

Metode dan Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah desain penelitian ekologi deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. . Desain penelitian ini adalah penelitian deskriptif yaitu penelitian yang lebih mengarah pada pengungkapan suatu masalah atau keadaan sebagaimana adanya dan mengungkapkan fakta-fakta yang ada, walaupun kadang-kadang diberikan interpretasi atau analisis (Moh. Pabundu Tika, 2005). Data yang diperoleh dari hasil perhitungan keanekaragaman berdasarkan kerapatan spesies, frekuensi spesies, indeks dominansi, dan indeks keanekaragaman tumbuhan herba di aliran sungai Payeti, kabupaten Sumba Timur.

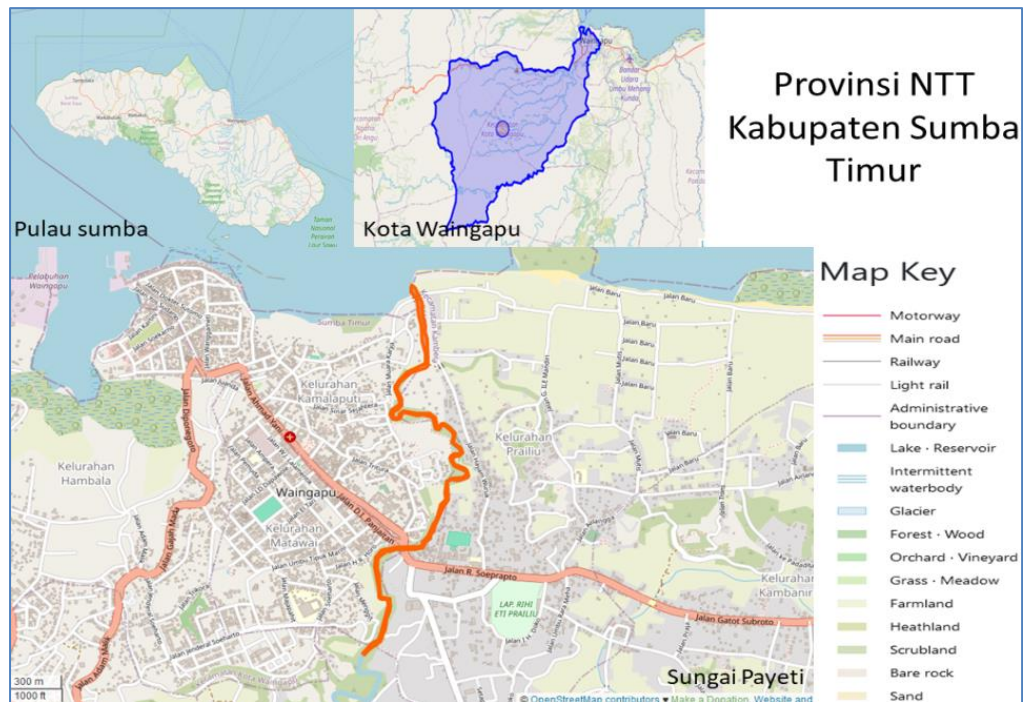
Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah observasi, wawancara dan jelajah dengan

langkah-langkahnya yaitu observasi dilakukan untuk mengetahui keadaan awal di sungai Payeti yang menjadi lokasi penelitian. Selain observasi wawancara juga dilakukan dengan guru IPA untuk mengetahui kebutuhan medi pembelajaran dari hasil penelitian nanti, selain wawancara kuesioner juga diberikan kepada sisiwa untuk mengetahui kebutuhan siswa terhadap media pembelajaran yang nnti akan dibuat.

Setelah metode observasi dan wawancara sudah dilakukan maka pengambilan sampel dengan metode jelajah dapat dilakukan, dengan terlebih dahulu menentukan titik koordinat awal penelitian. Pengambilan sampel dilakukan dalam plot pada lokasi penelitian. Sampel yang telah ditemukan pada lokasi penelitian kemudian diidentifikasi menggunakan buku panduan utama berjudul Flora dari G.J Van Steenis dkk tahun 2006 serta dibantu oleh buku *Invasive Alien Plant Species in Indonesia* oleh Setyawati dkk, buku *Menyingkap Rahasia Jenis-Jenis Tumbuhan Obat di Taman Nasional Matalawa Sumba-Nusa Tenggara Timur* oleh Kusumanegara dkk (2020).

Sampel yang ditemukan kemudian diambil dan dibersihkan untuk dipakai dalam pembuatan media pembelajaran dalam bentuk herbarium yang

mengikuti pedoman Syamsiah dkk., (2020). Herbarium yang telah dibuat akan divalidasi oleh guru berpengalaman dan terpercaya.

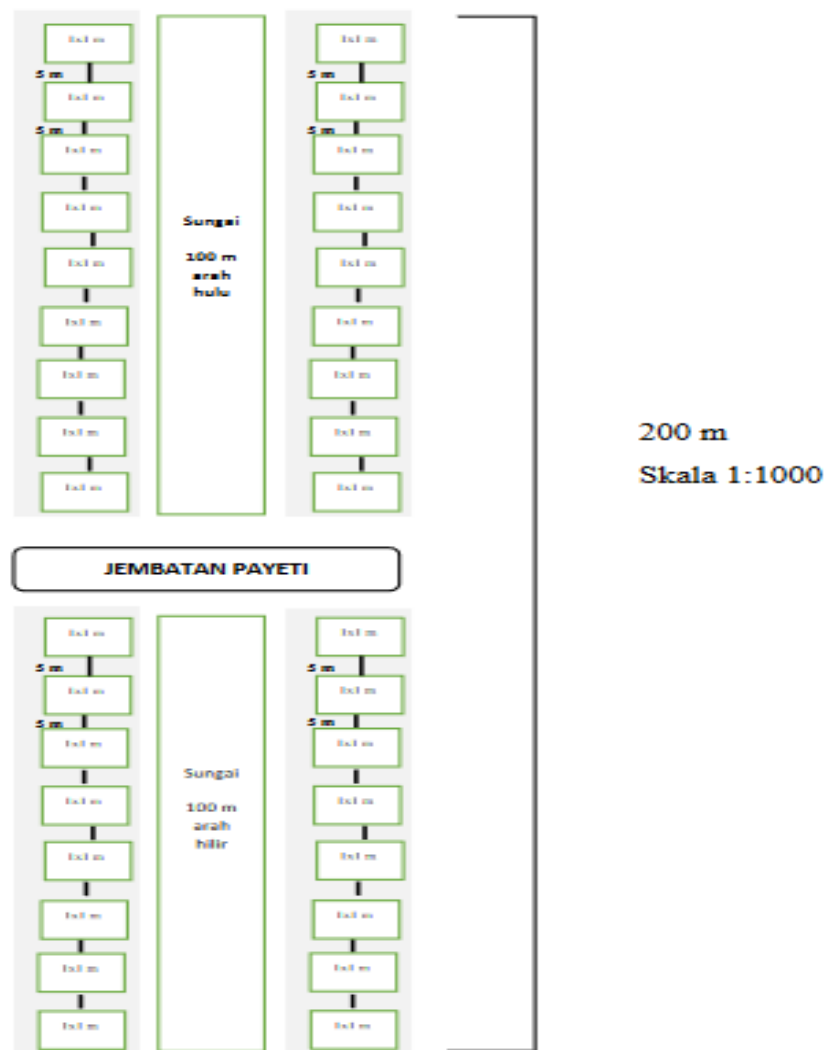


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Melakukan observasi langsung dilapangan dengan mencatat spesies yang ditemukan lalu mengambil sampel untuk diidentifikasi dan diawetkan. Pengumpulan data menggunakan metode transek kuadrat dengan 2 stasiun (1 stasiun di sebelah kiri sungai dan 1 stasiun di sebelah kanan sungai). Setiap stasiun terdiri dari 1 transek dengan masing transek terdiri dari plot yang berukuran 1 x 1

meter. Setiap stasiun terdiri dari 40 plot sehingga jumlah keseluruhan plot dari kedua stasiun adalah 80 plot. Sesuai dengan Muslich Hidayat, dkk. (2017), pengambilan data primer analisis vegetasi tumbuhan dapat dilakukan dengan metode Line transect, yaitu dengan berjalan menyusuri hutan di sepanjang garis transek yang telah ditentukan.



Gambar 2. Metode transek kuadrat

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Indeks Ekologi

Indeks ekologi yang digunakan dalam analisis data adalah:

1. Kerapatan Spesies

Jumlah individu setiap spesies yang ditemukan dalam petak sampel (Hidayat, 2017). Berikut ini rumus

yang digunakan untuk menghitung kerapatan spesies (Hutasuhut, 2018).

$$\text{Kerapatan Mutlak (KM)} = \frac{\text{jumlah individu jenis}}{\text{luas plot}} \times \text{jumlah plot pengamatan}$$

Rumus 1. Kerapatan mutlak

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{kerapatan suatu jenis spesies}}{\text{kerapatan seluruh spesies}}$$

Rumus 2. Kerapatan relatif

2. Frekuensi Jenis

Frekuensi jenis merupakan besarnya suatu jenis ditemukan pada setiap tanda yang dijadikan pengamatan. Berikut ini rumus yang digunakan untuk menghitung frekuensi jenis (Hutasuhut, 2018).

$$\text{Frekuensi Mutlak (FM)} = \frac{\text{jumlah plot suatu jenis spesies}}{\text{jumlah seluruh plot pengamatan}}$$

Rumus 3. Frekuensi mutlak

$$\text{Frekuensi Mutlak (FM)} = \frac{\text{frekuensi suatu jenis spesies}}{\text{frekuensi total seluruh spesies}} \times 100\%$$

Rumus 4. Frekuensi mutlak

3. Indeks dominansi

Untuk mendapat spesies tumbuhan Herba yang domina di sungai Payeti. Indeks dominansi dihitung berdasarkan rumus indeks dominansi Simpson (Hutasuhut, 2018). Semakin besar nilai indeks dominansi (C), maka semakin besar pula kecenderungan adanya jenis tertentu yang mendominasi. Berikut ini rumus Indeks Dominansi:

$$C = \sum_{i=1}^s (p_i)^2 p_i = (n_i/N)^2$$

Rumus 5. Indeks dominansi

C = Indeks Dominansi

$p_i = n_i/N$

n_i : Jumlah individu ke-i

N : Jumlah total individu

Kriteria kisaran nilai indeks dominansi adalah sebagai berikut:

$0,01 < C \leq 0,30$: Dominasi rendah

$0,31 < C \leq 0,60$: Dominansi sedang

$0,61 < C \leq 1,00$: Dominansi tinggi

4. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman dari Shannon-Wiener (Shannon's index) digunakan untuk mengukur keanekaragaman keanekaragaman tumbuhan Herba di sungai Payeti (Hutasuhut, 2018).

$$H' = \sum (p_i \ln p_i)$$

Rumus 6. Indeks keanekaragaman

H' = Indeks keanekaragaman Shannon

$p_i = (n_i/N)$

n_i = jumlah individu suatu jenis ke-i

N = total jumlah individu

Kriteria kisaran nilai indeks keanekaragaman adalah sebagai berikut:

$H' < 1$: Keanekaragaman jenis rendah

$1 < H' < 3$: Keanekaragaman jenis sedang

$H' > 3$: Keanekaragaman jenis tinggi

Analisis Hasil Validasi Media Pembelajaran

Validasi media pembelajaran herbarium menggunakan skala likert 1-4 dengan kategori :

Tabel 1. Skala likert

Skala Likert (1-4)	Keterangan
1	Kurang Baik
2	Cukup Baik
3	Baik
4	Sangat Baik

Penilaian validitas menggunakan rumus (Djali & Muljono, 2008) dengan kategori sebagai berikut:

$$\text{Nilai Validasi} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{skor total}} \times 100\%$$

Rumus 7. Nilai Validasi

Kategori hasil uji validitas dapat diamati pada tabel berikut ini (Djali & Muljono, 2008):

Tabel 2. Kriteria validasi

Nilai Validasi	Kriteria
81,0% – 100%	Sangat Valid
61,0% – 80,9%	Cukup Valid
41,0% – 60,9%	Kurang Valid
21,0% – 40,9%	Tidak Valid

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan

Tumbuhan herba yang ditemukan pada lokasi penelitian terdiri dari 9

ordo, 10 famili, 16 genus dan 17 spesies seperti pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Hasil pengamatan

Kelas	Ordo	Famili	Genus	Spesies
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Ageratum</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>
			<i>Bidens</i>	<i>Bidens pilosa</i>
			<i>Chromolaena</i>	<i>Chromolaena odorata</i>
			<i>Syneadrella</i>	<i>Syneadrella nodiflora</i>
	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>Amaranthus spinosus</i>
		Phytolaccaceae	<i>Rivina</i>	<i>Rivina humilis</i>
	Euphorbiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia heterophylla</i>
				<i>Euphorbia hirta</i>
			<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha gossypifolia</i>
	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	<i>Ipomoea aquatic</i>
Liliopsida	Violales	Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora foetida</i>
	Scrophulariales	Acanthaceae	<i>Ruellia</i>	<i>Ruellia tuberosa</i>
	Malvales	Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>Sida rhombifolia</i> L.
	Poales	Poaceae	<i>Axonopus</i>	<i>Axonopus compressus</i>
			<i>Cynodon</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
			<i>Danthonia</i>	<i>Danthonia setigera</i>
	Cyperales	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>Eleocharis geniculata</i>

Spesies tumbuhan yang di temukan pada stasiun I dan II di lokasi penelitian berjumlah 744 individu. Berikut ini hasil pengamatan terhadap jumlah individu yang ditemukan pada stasiun I dan II seperti pada tabel 4.

Berdasarkan tabel 4 diketahui bahwa spesies tumbuhan herba yang paling banyak ditemukan adalah

Digitaria setigera yaitu 71 sedangkan jumlah individu paling sedikit adalah yaitu Eleocharis geniculata dengan 2 individu. Digitaria setigera yang memiliki jumlah individu terbanyak menunjukkan bahwa spesies tersebut memiliki adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan.

Tabel 4. Hasil pengamatan pada stasiun I dan II

No	Spesies	Jumlah individu pada Stasiun		Σ individu
		I	II	
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	32	14	46
2	<i>Amaranthus spinosus</i>	32	28	60
3	<i>Axonopus compressus</i>	28	30	58
4	<i>Bidens pilosa</i>	12	11	23
5	<i>Chromolaena odorata</i>	18	19	37
6	<i>Crynodon dactylon</i>	39	26	65
7	<i>Digitaria setigera</i>	35	36	71
8	<i>Eleocharis geniculata</i>	0	2	2
9	<i>Euphorbia heterophylla</i>	14	34	48
10	<i>Euphorbia hirta</i>	34	26	60
11	<i>Ipomoea aquatica</i>	26	19	45
12	<i>Jatropha gossypifolia</i>	5	9	14
13	<i>Passiflora foetida</i>	11	20	31
14	<i>Rivina humilis</i>	18	24	42
15	<i>Ruellia tuberosa</i>	16	52	68
16	<i>Sida rhombifolia</i> L.	9	5	14
17	<i>Syneadrella nodiflora</i>	39	21	60
Jumlah seluruh individu				744

Kondisi Lingkungan Abiotik

Berikut ini hasil pengamatan terhadap kondisi lingkungan abiotik

pada lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 5:

Tabel 5. Kondisi lingkungan abiotik

Lokasi	Suhu	pH	Kelembapan
Stasiun 1 (arah hulu/kiri atas)	26°C	7	70%
Stasiun 1 (arah hilir/kiri bawah)	26°C	7	65%
Stasiun 2 (arah hulu/kanan atas)	26°C	7,5	65%
Stasiun 2 (arah hilir/kanan bawah)	27°C	8	60%

Berdasarkan tabel 5 dapat diperoleh bahwa rata-rata suhu pada lokasi penelitian 26°C. Kondisi suhu tersebut sesuai dengan toleransi hidup tumbuhan herba yaitu pada suhu 24-26°C (Nahdi & Darsikun, 2014). Hasil pengukuran pH memiliki rata-rata pH 7. Kondisi pH pada lingkungan tersebut tergolong sesuai dengan toleransi herba terhadap pH yaitu 5-7,5 (Maryani, 2018). Namun, pada stasiun 2 arah hilir memiliki pH 8 yang berarti kondisi tersebut tidak sesuai dengan toleransi hidup tumbuhan herba. Kelembaban tanah pada lokasi

penelitian memiliki rata-rata 65. sesuai dengan toleransi hidup herba pada lingkungan yaitu kelembaban 50-80% (Maryani, 2018). Namun, pada plot yang terletak dibawah jembatan kelembaban tanah hanya 40%. Hal tersebut mengakibatkan hanya sedikit tumbuhan herba yang hidup pada lokasi tersebut.

Hasil Analisis Indeks Ekologi

1. Kerapatan Spesies

Berdasarkan hasil penelitian dilakukan perhitungan kerapatan spesies seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Kerapatan spesies

No	Spesies	Kerapatan	
		Kerapatan (K)	Relatif (KR) %
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	0,58	6,18
2	<i>Amaranthus blitum</i>	0,75	8,06
3	<i>Axonopus compressus</i>	0,73	7,80
4	<i>Bidens pilosa</i>	0,29	3,09
5	<i>Chromolaena odorata</i>	0,46	4,97
6	<i>Crynodon dactylon</i>	0,81	8,74
7	<i>Digitaria setigera</i>	0,89	9,54
8	<i>Eleocharis geniculata</i>	0,03	0,27
9	<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,60	6,45
10	<i>Euphorbia hirta</i>	0,75	8,06
11	<i>Ipomoea aquatic</i>	0,56	6,05
12	<i>Jatropha gossypifolia</i>	0,18	1,88
13	<i>Passiflora foetida</i>	0,39	4,17
14	<i>Rivina humilis</i>	0,53	5,65
15	<i>Ruellia tuberosa</i>	0,85	9,14
16	<i>Sida rhombifolia L.</i>	0,18	1,88
17	<i>Syneadrella nodiflora</i>	0,75	8,06

Tabel 6 menunjukkan kerapatan spesies tertinggi terdapat pada spesies *Digitaria setigera* yang dilihat dari nilai kerapatan 0,98 dan nilai relatif

sebesar 9,54 % sedangkan kerapatan terkecil dimiliki oleh *Eleocharis geniculata* yang memiliki nilai kerapatan 0,03 dan kerapatan relatif

0,27%. Tingginya kerapatan *Digitaria setigera* dikarenakan, spesies ini banyak ditemukan pada plot pengamatan sedangkan *Eleocharis geniculata* memiliki individu yang sedikit pada lokasi pengamatan.

2. Frekuensi Jenis

Perhitungan frekuensi jenis spesies yang ditemukan pada lokasi penelitian dapat diamati pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Frekuensi jenis

No	Spesies	Frekuensi (F)	Frekuensi Relatif (KR) %
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	0,06	6,16
2	<i>Amaranthus blitum</i>	0,07	7,04
3	<i>Axonopus compressus</i>	0,08	7,62
4	<i>Bidens pilosa</i>	0,04	4,11
5	<i>Chromolaena odorata</i>	0,06	5,57
6	<i>Crynodon dactylon</i>	0,08	8,21
7	<i>Digitaria setigera</i>	0,11	11,14
8	<i>Eleocharis geniculata</i>	0,01	0,59
9	<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,07	7,04
10	<i>Euphorbia hirta</i>	0,06	6,16
11	<i>Ipomoea aquatic</i>	0,04	4,11
12	<i>Jatropha gossypifolia</i>	0,03	2,93
13	<i>Passiflora foetida</i>	0,04	4,11
14	<i>Rivina humilis</i>	0,06	5,87
15	<i>Ruellia tuberosa</i>	0,10	10,26
16	<i>Sida rhombifolia L.</i>	0,03	2,64
17	<i>Syneadrella nodiflora</i>	0,06	6,45

Pada tabel 7 diketahui bahwa *Eleocharis geniculate* memiliki frekuensi jenis terkecil dengan nilai frekuensi (F) 0,01 dan nilai frekuensi relatif 0,59 %. Frekuensi jenis tertinggi dimiliki oleh *Digitaria setigera* yang memiliki nilai frekuensi (F) 0,11 dan nilai frekuensi relatif 11,14 %. Nilai frekuensi tersebut menunjukkan penyebaran spesies tertinggi oleh *Digitaria setigera* dan *Eleocharis geniculata* memiliki penyebaran yang

rendah. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh jumlah individu *Digitaria setigera* yang paling banyak ditemukan pada plot pengamatan yaitu 71 individu sedangkan *Eleocharis geniculata* ditemukan pada lokasi penelitian memiliki jumlah yang sedikit yaitu 2 individu. Rendahnya suatu frekuensi dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan.

3. Indeks Dominansi

Berdasarkan jumlah individu pada setiap spesies yang ditemukan pada

lokasi penelitian dilakukan perhitungan indeks dominansi spesies seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 8. Indeks dominansi

No	Spesies	Dominansi Spesies	Σ Dominansi
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	0,00382	C =0,07138 (Rendah)
2	<i>Amaranthus blitum</i>	0,00650	
3	<i>Axonopus compressus</i>	0,00608	
4	<i>Bidens pilosa</i>	0,00096	
5	<i>Chromolaena odorata</i>	0,00247	
6	<i>Crynodon dactylon</i>	0,00763	
7	<i>Digitaria setigera</i>	0,00911	
8	<i>Eleocharis geniculata</i>	0,00001	
9	<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,00416	
10	<i>Euphorbia hirta</i>	0,00650	
11	<i>Ipomoea aquatica</i>	0,00366	
12	<i>Jatropha gossypifolia</i>	0,00035	
13	<i>Passiflora foetida</i>	0,00174	
14	<i>Rivina humilis</i>	0,00319	
15	<i>Ruellia tuberosa</i>	0,00835	
16	<i>Sida rhombifolia L.</i>	0,00035	
17	<i>Syneadrella nodiflora</i>	0,00650	
Indeks Dominansi Herba		0,07138	

Pada tabel 8 diketahui bahwa tumbuhan herba yang paling dominan pada lokasi penelitian yaitu *Digitaria setigera* dengan nilai 0,009. Indeks dominansi yang tinggi menunjukkan bahwa *Digitaria setigera* memiliki toleransi yang tinggi terhadap faktor lingkungan sehingga menyebabkan spesies ini memiliki penyebaran yang luas. Tumbuhan herba secara keseluruhan pada lokasi penelitian

memiliki indeks dominansi memiliki nilai 0,071. Nilai indeks dominansi tumbuhan herba menunjukkan kemampuan tumbuhan herba dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan tergolong rendah.

4. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman pada tumbuhan herba yang ditemukan pada lokasi penelitian dapat diamati pada tabel berikut ini:

Tabel 9. Indeks keanekaragaman

No	Spesies	$-\Sigma(pi \ln pi)$	H'
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	0,172	H' = 2,703 (Sedang)
2	<i>Amaranthus blitum</i>	0,204	
3	<i>Axonopus compressus</i>	0,199	
4	<i>Bidens pilosa</i>	0,108	
5	<i>Chromolaena odorata</i>	0,150	
6	<i>Crynodon dactylon</i>	0,212	
7	<i>Digitaria setigera</i>	0,224	
8	<i>Eleocharis geniculata</i>	0,017	
9	<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,178	
10	<i>Euphorbia hirta</i>	0,204	
11	<i>Ipomoea aquatic</i>	0,169	
12	<i>Jatropha gossypifolia</i>	0,075	
13	<i>Passiflora foetida</i>	0,133	
14	<i>Rivina humilis</i>	0,161	
15	<i>Ruellia tuberosa</i>	0,218	
16	<i>Sida rhombifolia</i> L.	0,075	
17	<i>Syneadrella nodiflora</i>	0,204	
Indeks keanekaragaman (H')		2,703	

Berdasarkan tabel 9 diketahui bahwa tumbuhan herba pada lokasi penelitian memiliki nilai indeks keanekaragaman sebesar 2,703 yang tergolong sedang. *Eleocharis geniculata* memiliki indeks keanekaragaman paling rendah karena jumlah individu yang ditemukan pada lokasi penelitian berjumlah paling sedikit sedangkan *Digitaria setigera* yang memiliki indeks keanekaragaman tertinggi memiliki jumlah individu terbanyak.

Hasil Validasi Herbarium

Setelah tumbuhan dibuat menjadi media dalam bentuk herbarium, selanjutnya dilakukan validasi untuk mengetahui tingkat kelayakan media herbarium tersebut. Validasi media herbarium dilakukan oleh guru-guru profesional yang telah memiliki pengalaman mengajar bertahun-tahun. Berikut ini hasil validasi herbarium:

Tabel 10. validasi herbarium

Validator	Asal Sekolah	Hasil Validasi	
		Nilai	Keterangan
Awad,S.Pd	SMA Muhammadiyah Waingapu (ketua MGMP Sumba Timur)	89	Sangat Valid
Nurmini Taher,S.Pd	SMP Negeri 2 Waingapu	98,2	Sangat Valid
Heerlina Luys Djawa, S.pd	SMP Negeri 4 Mauliru	98	Sangat Valid
Rata-rata		95,06	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 10 diketahui bahwa hasil validitas media herbarium memiliki nilai rata-rata 95,06. Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa herbarium tersebut tergolong dalam kategori sangat valid.

Pembahasan

Indeks Ekologi

Berdasarkan hasil penelitian, tumbuhan herba yang ditemukan pada lokasi berjumlah 17 spesies yang terdiri dari; *Ageratum conyzoides*, *Amaranthus blitum*, *Axonopus compressus*, *Bidens pilosa*, *Chromolaena odorata*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria setigera*, *Eleocharis geniculata*, *Euphorbia heterophylla*, *Euphorbia hirta*, *Ipomoea aquatica*, *Jatropha ghossypifoliaceae*, *Passiflora foetida*, *Rivina humilis*, *Ruellia tuberosa*, *Sida rhombifolia*, dan *Synedrella nodiflora*. Jumlah individu yang ditemukan dari semua spesies adalah 744. Spesies

yang memiliki jumlah individu terbanyak adalah *Digitaria setigera* yaitu 71 individu sedangkan spesies dengan jumlah individu paling sedikit adalah *Eleocharis geniculata* yaitu 2 individu. Hal ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan aktifitas masyarakat yang kurang mengganggu pertumbuhan tanaman obat pada lokasi penelitian.

Menurut Pinas, T., R., dkk. (2012), factor lingkungan merupakan faktor yang mempengaruhi tumbuhan pada suatu tempat dan faktor ini meliputi PH, suhu dan kelembaban. Selain itu susunan biologis yang dinamis dan terus berkembang, aktivitas manusia dan kejadian alam lainnya yang terjaga membuat perubahan kondisi keanekaragaman berpotensi terjadi lebih cepat (Wori Hana, dkk. 2022).

Setelah mengidentifikasi spesies yang ditemukan, selanjutnya dilakukan perhitungan indeks ekologi yaitu;

kerapatan, frekuensi, dominansi dan keanekaragaman. Perhitungan hasil indeks kerapatan spesies menunjukkan bahwa spesies yang kerapatan terbesar adalah *Digitaria setigera* dengan nilai kerapatan (K) 0,98 dan nilai kerapatan relatif (KR) sebesar 9,54 % sedangkan kerapatan terkecil oleh *Eleocharis geniculata* yang memiliki nilai kerapatan (K) 0,03 dan nilai kerapatan relatif (KR) sebesar 0,27 %. Hutasuhut (2018) menyatakan bahwa kerapatan herba disebabkan oleh keadaan suatu lingkungan. *Eleocharis geniculata* yang memiliki kerapatan relatif rendah karena spesies ini ditemukan pada lingkungan yang memiliki kelembapan udara dan cahaya yang kurang. *Eleocharis geniculata* ditemukan pada lokasi di bawah jembatan yang kekurangan cahaya, pH 8 dan memiliki kelembapan 40%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nahdi dan Darsikin (2014) bahwa cahaya dan kelembapan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kehadiran herba pada lingkungan (Nahdi, 2014).

Hasil perhitungan frekuensi jenis menunjukkan nilai frekuensi tertinggi dimiliki oleh *Digitaria setigera* yang memiliki nilai frekuensi (F) sebesar 0,11 dan nilai frekuensi relatif 11,14%

sedangkan *Eleocharis geniculata* memiliki frekuensi jenis terkecil dengan nilai frekuensi (F) 0,01 dan nilai frekuensi relatif 0,59 %. Berdasarkan nilai frekuensi tersebut dapat disimpulkan bahwa penyebaran herba terluas pada lokasi penelitian oleh *Digitaria setigera* sedangkan penyebaran tersempit oleh *Eleocharis geniculata*. Nilai FR yang rendah menunjukkan bahwa jenis tersebut memiliki jumlah yang paling sedikit (Hutasuhut, 2018). P, Kartijono, dan Rahayu (2017) yang menyatakan bahwa spesies yang memiliki distribusi yang luas biasanya memiliki adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan biotik dan abiotik seperti pH, cahaya, suhu, kelembaban dan unsur hara.

Perhitungan indeks dominansi bertujuan untuk mengetahui spesies tumbuhan herba yang paling dominan di sungai Payeti. Hasil perhitungan indeks dominansi diketahui tumbuhan herba yang memiliki indeks dominansi tertinggi adalah *Digitaria setigera* dengan nilai 0,009. Hal ini dikarenakan *Digitaria setigera* merupakan famili *Poaceae* yang memiliki biji berukuran mikroskopis sehingga gampang dibawa angin dan mampu tumbuh dengan baik pada segala macam keadaan tanah

(Handayani & Amanah, 2018). Indeks dominansi yang tinggi menunjukkan bahwa *Digitaria setigera* memiliki peranan yang penting pada lingkungan (P, Kartijono, & Rahayu, 2017). Secara keseluruhan tumbuhan herba memiliki nilai indeks dominansi sebesar 0,071. Maka nilai tersebut tergolong dalam kriteria rendah. Nilai Dominansi tersebut berarti kehadiran tumbuhan herba di sungai payeti memiliki kepentingan atau indeks nilai penting (INP) yang rendah. Seperti pendapat (Hidayat 2017) menyatakan bahwa indeks nilai penting menunjukan spesies yang mendominasi lokasi penelitian. Nilai dominansi tersebut juga menjadi parameter peranan tumbuhan herba di lokasi sungai Payeti yang tergolong rendah (Hidayat, 2017)

Berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman (H') diperoleh nilai H' sebesar 2,703. Nilai tersebut lebih besar dari 1 dan kurang dari 3 ($1 < 2,703 < 3$) sehingga dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman tumbuhan herba di sungai Payeti tergolong dalam kategori sedang (Hutasuhut, 2018). Tinggi rendahnya keanekaragaman herba dipengaruhi oleh kerapatan, frekuensi dan indeks dominansi spesies (Handayani &

Amanah, 2018). Ketiga faktor tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya, pH, dan suhu. Salah satu faktor yang mempengaruhi keanekaragaman tumbuhan herba di sungai payeti adalah faktor pencemaran lingkungannya. Hasil pengamatan faktor lingkungan pada lokasi penelitian memiliki rata-rata yang sesuai dengan toleransi hidup tumbuhan herba. Namun terdapat beberapa plot seperti tempat ditemukan *Eleocharis geniculata* yang memiliki kondisi tidak sesuai dengan toleransi hidup tumbuhan herba. *Eleocharis geniculata* ditemukan pada lokasi yang kekurangan cahaya yaitu di bawah jembatan, memiliki pH 8 dan memiliki lembab yang 40%. Hal tersebut menyebabkan *Eleocharis geniculata* memiliki indeks keanekaragaman paling rendah. Kusmana (2015) menyatakan bahwa polusi atau pencemaran terhadap air, tanah dan udara dapat menyebabkan menurunnya keanekaragaman suatu spesies. Sungai Payeti mengalami kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan pestisida sebagai pupuk sayur dan terdapat banyak sampah yang berserakan pada daerah aliran sungai Payeti. Sampah tersebut asalnya

dari pembuangan limbah rumah tangga, kotoran dari pabrik dan sampah dari usaha rumah makan yang berada di pinggiran sungai.

Validasi Herbarium

Tumbuhan herba yang ditemukan kemudian dibuat media herbarium dan dilakukan validasi herbarium. Media herbarium divalidasi oleh guru yang telah berpengalaman mengajar. Pada penelitian ini guru yang menjadi validator adalah Awad,S.Pd, Nurmini Taher, S.Pd, dan Heerlina Luys Djawa, S.pd. Validator tersebut telah memiliki pengalaman mengajar selama 12, 18 dan 20 tahun. Tujuannya validasi ialah mengetahui tingkat kelayakannya media tersebut. Validasi media herbarium mempertimbangkan beberapa aspek seperti kesesuaian media herbarium dengan materi, kemudahan penggunaan herbarium, kelengkapan komponen herbarium, kerapian, dan keunikan.

Hasil validasi yang dilakukan diperoleh nilai rata-rata sebesar 95,06. Hasil tersebut tergolong dalam kategori sangat valid (Djali & Muljono, 2008). Sehingga dapat disimpulkan bahwa media herbarium yang diperoleh dari penelitian ini bisa

dipergunakan saat kegiatan belajar terutama pada materi yang berkaitan dengan materi Klasifikasi Makhluk Hidup (KD 3.3). Herbarium dapat digunakan dalam bantuan media studi bagi siswa dan dapat dipergunakan guru sebagai media/alat bantu saat kegiatan pembelajaran (Syamsiah dkk., 2020:100). Pemanfaatan herbarium juga menjadi salah satu bentuk pemanfaatan lingkungan dalam mencapai kompetensi atau tujuan pembelajaran (Nisaa, Lestari, & Astuti, 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Keanekaragaman tumbuhan herba di sungai payeti tergolong sedang dengan nilai $H' = 2,703$. Hal ini dapat ditentukan juga oleh analisis indeks ekologi lainnya seperti kerapatan terbesar oleh *Digitaria setigera* dengan hasil kerapatan relatif (KR) sebesar 9,54 % sementara kerapatan terkecil oleh *Eleocharis geniculata* yang memiliki nilai kerapatan relatif (KR) sebesar 0,27%, frekuensi jenis tertinggi dimiliki oleh *Digitaria setigera* yang memiliki nilai frekuensi relatif 11,14%

sedangkan *Eleocharis geniculata* memiliki frekuensi jenis terkecil dengan nilai frekuensi relatif 0,59 % dan indeks dominansi tumbuhan herba sebesar 0,071 yang tergolong rendah. Selain itu keanekaragaman tumbuhan

herba dimanfaatkan sebagai media pembelajaran berupa herbarium yang memperoleh nilai validasi rata-rata sebesar 95,06 dan tergolong sangat valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Aply R. D., Yohana M., & Anita T. I., 2022. Pemanfaatan Tumbuhan Obat Dikotil Di Hutan Wailaboha Kabupaten Sumba Tengah Sebagai Sumber Belajar Dalam Bentuk Ensiklopedia . *BIOSFER: Jurnal Tadris Biologi*. Vol. 13 No. 2 (2022) 207-216.
- Djali, & Muljono, P. (2008). Pengukuran Dalam Bidang Pendidikan. Jakarta: Grasindo.
- Emda, A. (2011). Pemanfaatan Media Dalam Pembelajaran Biologi Di Sekolah. *Jurnal Ilmiah Didaktika*, 12(1), 149-162. <https://doi.org/10.22373/jid.v12i1.444>
- Handayani, T., & Amanah, N. (2018). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Strata Herba di Kawasan Gunung Tidar Kota Magelang sebagai Sumber Belajar Biologi. *SENDIKA : Seminar Nasional Pendidikan FKIP UAD*, 2(1), 85-90.
- Hasugian, H., & Napitupulu, M. A. (2016). Perbedaan Hasil Belajar Spermatophyta Siswa Yang Diajar Menggunakan Media Herbarium Dan Tanpa Herbarium Di Kelas X Sma Negeri 2 Kisaran the Differentiation of Student Learning in Spermatophyta That Taught Using Herbarium Specimens and Without Herbarium Sp. *Pelita Pendidikan*, 40-44(3), 20.
- Hendrik, A. C., & Dui, N. K. (2018). Keanekaragaman Tumbuhan Herba Di Taman Wisata Alam Baumata Desa Baumata Kecamatan Taebenu Kabupaten Kupang. *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, 1(3), 34-46. <https://doi.org/10.33323/indigenus.v1i3.8>.
- Hidayat, M. (2017). Analisis Vegetasi Dan Keanekaragaman Tumbuhan Di Kawasan Manifestasi Geotermal Ie Suum Kecamatan Masjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 5(2), 114-124. <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i2.3019>
- Hutasuhut, M. A. (2018). Keanekaragaman Tumbuhan Herba Di Cagar Alam Sibolangit. *KLOROFIL*, 1(2), 69–77. Diambil dari <https://core.ac.uk/reader/266977801>

- Kusmana, C. (2015). Keanekaragaman Hayati (Biodiversitas) Sebagai Elemen Kunci Ekosistem Kota Hijau. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(8), 1747–1755. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010801>
- Kusumanegara, A., Pribadi, E. Y., Jannah, A. M., Yuniar, N., Utomo, H. S., & Ngara, D. A. N. (2020). *Menyingkap Rahasia Jenis-Jenis Tumbuhan Obat di Taman Nasional Matalawa Sumba-Nusa Tenggara Timur*. Sumba Timur: Balai Taman Nasional Manupeu Tanah Daru dan Laiwangi Wanggameti.
- Mahyudin, Soemarno, & Prayogo, T. B. (2015). Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *J-PAL*, 6(2), 105–114. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v9i2.64-71>
- Mardhia, D., & Abdullah, V. (2018). Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Biologi Tropis*, 18(2), 182-189.
- Maridi, Saputra, A., & Agustina, P. (2015). Kajian Potensi Vegetasi dalam Konservasi Air dan Tanah di Daerah Aliran Sungai (DAS): Studi Kasus di 3 Sub DAS Bengawan Solo (Keduang , Dengkeng , dan Samin). *Seminar Nasional Konservasi dan Pemaafaatan Sumber Daya Alam*, 65-68.
- Maryani, S. (2018). Keanekaragaman Tumbuhan Herba Di Daerah Aliran Sungai Tapak Moge Sebagai Referensi Pendukung Pembelajaran Keanekaragaman Hayati Di SMAN 16 Takengon. *Universitas Islam Negeri Ar-Raniry*.
- Maryani, S., Yusra, Taib, E. N., & Hidayat, M. (2018). Keanekaragaman Tumbuhan Herba Di Daerah Aliran Sungai Tapak Moge Sebagai Referensi Pendukung Pembelajaran Keanekaragaman Hayati Di SMAN 16 Takengon. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 6(1), 467-473.
- Muslich Hidayat1), Laiyanah2), Nanda Silvia3), Yenni Aulia Putri4) Dan Nurul Marhamah. (2017). Analisis Vegetasi Tumbuhan Menggunakan Metode Transek Garis (Line Transek) Di Hutan Seulawah Agam Desa Pulo Kemukiman Lamteuba Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. Isbn: 978-602-60401-3-8.
- Nahdi, M. S., & Darsikin. (2014). Distribusi dan Kemelimpahan Spesies Tumbuhan Bawah pada Naungan Pinus mercurii, Acacia auriculiformis dan Eucalyptus alba di Hutan Gama Giri Mandiri , Yogyakarta. *16(1)*, 33-41.
- Nisaa, R. A., Lestari, S., & Astuti, Y. (2019). Pelatihan Pembuatan Herbarium Sebagai Salah Satu Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Lingkungan di SMA Muhammadiyah 1 dan 2 Tangerang. *3(1)*, 4-10.

- Pinas T. R., & Anita T. I., (2023). Keanekaragaman Tumbuhan Obat Di Hutan Pau Desa Weluk Praimemang Kabupaten Sumba Tengah. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 3(12), 8031-8036. <https://doi.org/10.47492/jip.v3i12.2568> Vol.3 No.12 Mei 2023.
- P, E. D. A., Kartijono, N. E., & Rahayu, E. S. (2017). Struktur dan Komposisi Tumbuhan pada Lantai Hutan Jati di Kawasan RPH Bogorejo BKPH Tanggel Blora. *Life Science*, 6(1), 18–24. Diambil dari <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/LifeSci>
- Setyawati, T., Narulita, S., Bahri, I. P., & Raharjo, G. T. (2015). *Invasive Alien Plant Species in Indonesia*. Bogor: Research, Development and Innovation Agency. Ministry of Environment and Forestry.
- Steenis, V. (2013). *Flora*. Jakarta Timur: PT Balai Pustaka (Persero).
- Wiriani, E. R. E., Yarifudin, H., & Jalius. (2018). Analisis Kualitas Air Sungai Batanghari Berkelanjutan Di Kota Jambi. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 1(1), 123-141. Diambil dari <http://jurnalkibalitbangdajbi.com/index.php/newkiki/article/view/26>
- Wori H., Yohana M., & Anita T. I. (2022). Keanekaragaman Tanaman Obat Dikotil di Hutan Wanga Kabupaten Sumba Timur. *BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi Jurnal*. unmuhjember.ac.id/index.php/
- BIOMA p-ISSN 2527–7111. DOI : 10.32528/bioma.v7i2.7160. Vol 7, No 2 (2022).
- Yogafanny, E. (2015). Pengaruh Aktifitas Warga di Sempa dan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1), 41-50. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol7.iss1.art3>