

The Diversity of Fern Species (Pteridophyta) Based on the Height in the Mountain Route to the Galang District of Toli Toli And it's Development As a Learning Medium

* Komang Abdi Susila, Mohammad Jamhari & Amiruddin Kasim

Pendidikan Sains Program Magister/Pascasarjana – Universitas Tadulako, Palu – Indonesia 94118

Email corresponding author: komangabdisusila03@gmail.com

Article History

Received 07 September 2020

Revised 07 October 2020

Accepted 06 November 2020

Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung keanekaragaman jenis tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli, dan membuat buku saku tentang jenis-jenis tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli yang layak digunakan sebagai media pembelajaran biologi. Metode yang digunakan adalah metode survei dimana tehnik pengambilan data menggunakan metode plot tunggal. Plot berukuran 20 m x 20 m pada setiap setasiun pengamatan atau tiap penambahan ketinggian tempat sebanyak 100 m dpl pada jalur pengamatan. Lokasi penelitian ditentukan secara purposive sampling, dan dibagi 9 bagian berdasarkan ketinggian dari ketinggian 500 – 1.300 m dpl. Hasil penelitian yang telah dilakukan pada setiap ketinggian mulai dari ketinggian 500 m dpl, 600 m dpl, 700 m dpl, 800 m dpl, 900 m dpl, 1000 m dpl, 1100 m dpl, 1200 m dpl, dan 1300 m dpl di sepanjang jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli, diperoleh 16 jenis tumbuhan paku. Pada ketinggian 500 m dpl indeks keanekaragaman sebesar -1,590311843 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 600 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,358459538 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 700 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,094911993 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 800 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,06245397 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 900 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,013445907 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 1.000 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,075604164 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 1.100 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -0,9529371 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya rendah, pada ketinggian 1.200 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -0,598269589 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya rendah, pada ketinggian 1.300 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar 0 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya rendah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan Indeks keanekaragaman tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian tempat dari permukaan laut. Penelitian ini menghasilkan produk berupa buku saku yang layak sebagai media pembelajaran Biologi.

Keywords:

Tumbuhan Paku,
Keanekaragaman Jenis,
Ketinggian Tempat, dan
Media Pembelajaran.

doi: 10.22487/j25490192.2020.v4.i2.pp.84-93

Introduction

Indonesia merupakan negara yang mempunyai keanekaragaman tumbuhan yang besar dengan jumlah 300.000 jenis. Tumbuhan paku (Pteridophyta) termasuk dalam golongan tumbuhan yang mempunyai keanekaragaman yang besar kurang lebih 10.000 jenis dan hampir dapat dijumpai pada setiap wilayah di Indonesia. Sampai saat ini tumbuhan paku kurang mendapat perhatian dibanding dengan kelompok tumbuhan lain. Masyarakat menganggap tumbuhan ini kurang memberikan manfaat yang berarti bagi

Published by Universitas Tadulako. Author(s) retain the copyright of this article.

This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution- NonCommercial License 4.0.

kehidupan. Dari segi cara hidupnya ada jenis-jenis paku yang hidup terestrial (paku tanah), ada paku epifit, dan ada paku air. Pada waktu jutaan tahun yang lalu, hutan-hutan di bumi kita terutama tersusun atas divisi tumbuhan paku yang berupa pohon-pohon yang tinggi besar, dan dikenal fosilnya sekarang sebagai batu bara (Tjitrosoepomo, 1989).

Indonesia memiliki hamparan hutan yang sangat luas yang menjadi tempat atau habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna didalamnya. Iklim tropis yang dimiliki oleh negara Indonesia sangat mendukung berbagai jenis tumbuhan dapat tumbuh dan beradaptasi dengan lingkungannya, baik yang tergolong tumbuhan rendah maupun tumbuhan tingkat tinggi yang ada didalamnya (Akhiarif, 2011).

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) tersebar di seluruh bagian dunia, sebagian besar tumbuh di daerah tropika basah yang lembab kecuali daerah bersalju abadi dan kering (gurun). Menurut Tjitrosoepomo (1983), *Pteridophyta* hidup tersebar luas dari tropika yang lembab sampai melampaui lingkaran Arktika. Jumlah yang teramat besar dijumpai di hutan-hutan hujan tropika dan juga tumbuh dengan subur di daerah beriklim sedang, di hutan-hutan, padang rumput yang lembab, sepanjang sisi jalan dan sungai.

Menurut Loveless (1989) keanekaragaman tumbuhan sudah dikenal manusia sejak berada di bumi dan sampai saat ini kajian tentang keanekaragaman tumbuhan masih terus dipelajari dan dikembangkan. Sehubungan dengan ini, tumbuhan paku yang banyak manfaatnya bagi manusia dan belum banyak dikenal oleh masyarakat sehingga merupakan salah satu potensi yang patut untuk digali dan dikembangkan demi kemajuan ilmu pengetahuan.

Jones dan Luchsinger (1986) melaporkan di muka bumi ini terdapat 13.000 jenis paku (*Pteridophyta*). Menurut Loveless (1989), paku diwakili oleh kurang dari 10.000 jenis yang hidup, tetapi karena ukurannya yang besar dan penampilannya yang khas, tumbuhan paku merupakan komponen vegetasi yang menonjol. Total spesies yang diketahui hampir 10.000, diperkirakan 3.000 diantaranya tumbuh di Indonesia.

Gunung Galang (Bukii Galang) adalah salah satu gunung tertinggi di Kabupaten Tolitoli dengan ketinggian 2245 m dpl. Letaknya yang cukup dekat dari pusat Kota Tolitoli sehingga menjadi pilihan favorit bagi Pendaki lokal untuk menghabiskan waktu liburan. Ada 3 jalur menuju ke puncak Gunung Galang, yaitu: Jalur pertama, Dusun Teluk Bone, Desa Lakatan berjarak kurang lebih 15 Km dari pusat kota, Jalur kedua, Dusun Labengga, Desa Ogomoli, berjarak kurang lebih 5 km dari Pusat Kota Jalur ketiga, Kampung Kodok Kelurahan Tuweley berjarak kurang lebih 2 Km dari Pusat Kota. Total waktu pendakian dari ketiga jalur itu rata-rata 3 - 4 hari

perjalanan. Dimana pada malam hari suhu berada pada posisi 5°C dipuncak gunung. Sedangkan pada siang hari ditinggikan 1.300 m dpl atau pada puncak Damar suhu sekitar 11°C. Ini merupakan sebuah gambaran bahwa daerah Gunung Galang merupakan daerah yang cukup dingin. (Mapaseto, 2015).

Adapun yang melatarbelakangi pentingnya penelitian ini dilakukan antara lain:

1. Gunung Galang Kabupaten Tolitoli diperkirakan memiliki jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*) yang banyak dan ada yang dapat hidup khusus pada ketinggian tertentu.
2. Masih kurangnya data tentang jenis tumbuhan paku sebagai *data base* keanekaragaman hayati maupun sebagai media dalam proses pembelajaran.
3. Belum ada informasi tentang jenis dan keanekaragaman jenis tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli yang seharusnya bisa menjadi media pembelajaran biologi.

Materials and Method

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode survei. Metode survei adalah penyelidikan yang diadakan untuk memperoleh fakta-fakta dari gejala-gejala yang ada dan mencari keterangan-keterangan secara faktual dari suatu objek pengamatan dari sebagian populasi yang dianggap mewakili populasi tertentu (Fachrul, 2007). Teknik pengambilan data menggunakan metode plot tunggal. Penelitian dilaksanakan di sepanjang jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli. Penelitian ini berlangsung selama bulan April 2019.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh jenis tumbuhan paku yang terdapat di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli, sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah semua jenis tumbuhan paku yang ditemukan masuk dalam plot pada setiap stasiun pengamatan yaitu dari ketinggian 500-600 m dpl; 600-700 m dpl; 700-800 m dpl; 800-900 m dpl; 900-1000 m dpl; 1000-1100 m dpl; 1100-1200 m dpl; 1200-1300 m dpl.

Prosedur dalam penelitian ini akan dibagi beberapa tahap yaitu:

Tahap Persiapan

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

- 1) Tahap Survey
Pada tahap ini telah dilakukan pengamatan awal tentang jenis tumbuhan paku di sekitar jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli.
- 2) Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk penelitian

- 3) Peneliti mempersiapkan administrasi yang di perlukan yaitu surat izin penelitian dari koordinator program studi megister pendidikan sains yang ditujukan kepada pemerintah setempat.
10. Semua jenis tumbuhan paku yang sudah terhitung jumlahnya yang terdapat dalam tiap plot akan dilakukan perhitungan menggunakan indeks keanekaragaman.

Tahap pelaksanaan

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pelaksanaan adalah sebagai berikut:

1. Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan keberadaan jenis-jenis tumbuhan paku yang dianggap mewakili tempat tersebut.
2. Pengambilan data dilakukan dari ketinggian 500-600 m dpl; 600-700 m dpl; 700-800 m dpl; 800-900 m dpl; 900-1000 m dpl; 1000-1100 m dpl; 1100-1200 m dpl; 1200-1300 m dpl.
3. Teknik pengambilan data menggunakan metode petak (Plot) tunggal dengan ukuran 20 x 20 m. Pada setiap peningkatan ketinggian 100 m dpl terdapat satu stasiun pengamatan.
4. Setelah menentukan lokasi penelitian dan membuat plot yang berukuran 20 x 20 m langkah selanjutnya yaitu mengitari plot yang telah ditentukan tersebut, setelah itu menghitung seluruh jenis tumbuhan paku yang masuk dalam plot.
5. Kegiatan pengambilan sampel tumbuhan paku dilakukan dengan menggunakan tehnik koleksi bebas.
6. Sampel yang didapatkan kemudian diidentifikasi berdasarkan jenisnya.
7. Sampel tumbuhan paku tersebut diidentifikasi menggunakan buku identifikasi oleh sastrapradja, dkk (1997), Piggott. A. G. (1988), dan beberapa tesis.
8. Kemudian mencatat deskripsi setiap tumbuhan paku yang dikoleksi.
9. Langkah selanjutnya yaitu pengukuran sifat fisik dan kimia lingkungan meliputi:
 - a. Suhu
 - b. Kelembaban
 - c. Intensitas cahaya

Tehnik Analisis Data

Analisis Keanekaragaman Tumbuhan Paku

Untuk mengetahui keanekaragaman jenis tumbuhan paku berdasarkan ketinggian dijalur pendakian Gunung Galang, perhitungan analisis data keanekaragaman tumbuhan paku dalam penelitian ini menggunakan rumus indeks keanekaragaman jenis dari Shannon-Wiener (MuellerDombois,1974):

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \log \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Keterangan:

H' = indeks keanekaragaman shannon-Wiener

n_i = Jumlah individu satu jenis

N = Jumlah total individu

Berdasarkan kriteria tingkat keanekaragaman jenis menurut Barbour, dkk (1987) sebagai berikut:

- a. Nilai H' > 3 menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis adalah tinggi.
- b. Nilai H' 1 ≤ H' ≤ 3 menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis adalah sedang.
- c. Nilai H' < 1 Menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis adalah sedikit atau rendah.

Penilaian Media Pembelajaran

Arikunto (2002) mengatakan bahwa analisis data untuk penilaian media pembelajaran dilakukan dengan kuisioner yaitu dengan kategori persentase kelayakan media pembelajaran adalah sebagai berikut:

$$\text{Rumus Persentasi hasil penilaian} = \frac{\text{jumlah skor yang terpilih}}{\text{jumlah skor keseluruhan}} \times 100\%$$

- 76% - 100% Layak
- 56% - 75% Cukup layak
- 40% - 55% Kurang layak
- 0% - 39% Tidak layak

Results and Discussion

1. Jenis-jenis tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada setiap ketinggian mulai dari

ketinggian 500 m dpl, 600 m dpl, 700 m dpl, 800 m dpl, 900 m dpl, 1000 m dpl, 1100 m dpl, 1200 m dpl, dan 1300 m dpl di sepanjang jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli, diperoleh 16 jenis tumbuhan paku. Data selengkapnya bisa dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Jenis dan jumlah individu tumbuhan paku setiap ketinggian di Gunung Galang.

No	Spesies	Habitus	Ketinggian (m dpl)										Total
			500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300		
1	<i>Heterogonium sagenioides</i> (Mett.) Holtt.	Terna	17	13	-	-	-	-	-	-	-	-	30
2	<i>Asplenium nidus</i> L.	Epifit	10	-	17	-	-	-	-	-	-	-	27
3	<i>Drynaria sparsisora</i> Moore.	Epifit	14	7	21	28	-	-	-	-	-	-	58
4	<i>Pyrrhosia numularifolia</i> (Sw.) Ching.	Epifit	14	9	-	-	-	-	-	-	-	-	23
5	<i>Nephrolepis cardifolia</i> (L.) C. Presl.	Terna	18	12	-	-	-	-	-	-	-	-	30
6	<i>Drynaria quersifolia</i> J. Sm.	Epifit	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	19
7	<i>Cyathea contaminans</i> (Hook.) Copel.	Pohon	-	-	-	5	17	2	-	-	-	-	24
8	<i>Dicranopteris curranii</i> Copel.	Semak	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	11
9	<i>Pteridium</i> sp.	Semak	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3
10	<i>Goniophlebium persicifolium</i> (Desv.) Bedd.	Epifit	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	6
11	<i>Gleichenia linearis</i> (Burm.) Clarke.	Semak	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	24
12	<i>Lycopodium cernuum</i> L.	Terna	-	-	-	-	-	26	28	-	-	-	54
13	<i>Diplazium</i> sp.	Terna	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6
14	<i>Selaginella intermedia</i> (Bl.) Spring.	Terna	-	-	-	-	-	24	22	-	-	-	46
15	<i>Dipteris conjugata</i> Reinw.	Semak	-	-	-	-	-	-	6	10	-	-	16
16	<i>Hymenophyllum imbricatum</i> Bl.	Epifit	-	-	-	-	-	-	-	4	8	-	12
Jumlah Paku Setiap Ketinggian			73	41	57	47	47	58	56	14	8		

Pada ketinggian 500 m dpl ditemukan sebanyak 5 jenis tumbuhan paku dimana jenis *Nephrolepis cardifolia* (L.) C. Presl. dengan jumlah individu yang paling banyak yaitu sebanyak 18 individu. Pada ketinggian 600 m dpl ditemukan sebanyak 4 jenis tumbuhan paku dimana jenis *Heterogonium sagenioides* (Mett.) Holtt. dengan jumlah individu yang paling banyak yaitu sebanyak 13 individu. Pada ketinggian 700 m dpl ditemukan sebanyak 3 jenis tumbuhan paku dimana jenis *Drynaria sparsisora* Moore. dengan jumlah individu yang paling banyak yaitu sebanyak 21 individu. Pada ketinggian 800 m dpl ditemukan sebanyak 4 jenis tumbuhan paku dimana jenis *Drynaria sparsisora* Moore. dengan jumlah individu yang paling banyak yaitu sebanyak 28 individu. Pada ketinggian 900 m dpl ditemukan sebanyak 3 jenis tumbuhan paku dimana jenis *Cyathea contaminans* (Hook.) Copel. dengan jumlah individu yang paling banyak yaitu sebanyak 17 individu. Pada ketinggian 1000 m dpl ditemukan sebanyak 4 jenis tumbuhan paku dimana jenis *Lycopodium cernuum* L. dengan jumlah individu paling banyak yaitu sebanyak 26 individu. Pada ketinggian 1100 m dpl ditemukan sebanyak 3 jenis tumbuhan paku dimana jenis *Lycopodium cernuum* L. dengan jumlah individu paling banyak yaitu sebanyak 28 individu. Pada ketinggian 1200 m dpl ditemukan sebanyak 2 jenis tumbuhan paku dimana jenis *Depteris conjugata* Reinw. dengan jumlah individu paling banyak yaitu sebanyak 10 individu. Pada ketinggian 1300 m dpl ditemukan sebanyak 1 jenis tumbuhan paku

dimana jenis *Lycopodium cernuum* L. dengan jumlah individu yaitu sebanyak 4 individu.

Pada ketinggian 500 m dpl diperoleh jenis yang tertinggi dan jenis yang terendah yaitu pada ketinggian 1300 m dpl. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu penutupan pohon, serta kondisi fisik dan kimia lingkungan pada setiap ketinggian yang berbeda-beda. Dimana pada ketinggian 500 m dpl memiliki suhu udara 31,2°C, kelembaban 53,0% serta intensitas cahaya 340 cd, dan merupakan wilayah perkebunan dengan penutupan pohon yang sangat jarang memungkinkan jenis tumbuhan paku yang banyak ditemukan yaitu jenis tumbuhan paku yang mempunyai sifat adaptasi tinggi sehingga mudah tumbuh dengan baik yaitu pada spesies *pyrrhosia numularifolia* (Sw.) Ching. dan *Nephrolepis cardifolia* yang mampu tumbuh dengan baik pada lingkungan yang terbuka dengan kelembaban yang tidak begitu tinggi. Sedangkan pada ketinggian 1.300 m dpl merupakan kawasan hutan yang memiliki penutupan pohon yang sangat rapat yang memungkinkan konsentrasi cahaya matahari sangat kurang pada area ini dan memiliki suhu udara 23°C, kelembaban 68,8% dan intensitas cahaya 220 cd, sehingga jumlah jenis yang diperoleh pada ketinggian ini sedikit dibandingkan pada ketinggian 500 m dpl.

Perbedaan jumlah jenis tumbuhan paku disetiap ketinggian Gunung Galang (Tabel 1) menunjukkan adanya batas toleransi spesies dalam merespon keadaan lingkungan, kondisi lingkungan inilah yang menentukan jumlah spesies yang dapat hidup pada daerah tersebut. Menurut Sastrapradja (1985) menyatakan melihat cara tumbuhnya, paku

dalam cukup beragam ada yang menempel dibatang pohon, batu atau tumbuh ditanah. Pada lingkungan yang sejuk yang terlindung atau panas kena sinar matahari langsung, masing-masing jenis atau kelompok memiliki lingkungannya sendiri.

2. Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Paku Pada Tiap Ketinggian di Jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli.

Analisis tingkat keanekaragaman tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli, menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Winner. Dari hasil yang diperoleh, terlihat tingkat keanekaragaman jenis tumbuhan paku pada tiap ketinggian berbeda-beda dan cenderung semakin rendah seiring dengan semakin meningkatnya ketinggian tempat. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang pada ketinggian 500 m dpl.

No	Spescies	Jumlah individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Heterogonium sagenioides</i> (Mett.) Holtt.	17	0,232876712	-1,457246097	-0,33935868
2.	<i>Asplenium nidus</i> L.	10	0,136986301	-1,987874348	-0,272311555
3.	<i>Drynaria sparsisora</i> Moore.	14	0,191780822	-1,651402112	-0,316707254
4.	<i>Pyrrrosia numularifolia</i> (Sw.) Ching.	14	0,191780822	-1,651402112	-0,316707254
5.	<i>Nephrolepis cardifolia</i> (L.) C. Presl.	18	0,246575342	-1,400087683	-0,3452271
Total		73			-1,590311843

Tabel 3. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang pada ketinggian 600 m dpl.

No	Spescies	Jumlah individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Heterogonium sagenioides</i> (Mett.) Holtt.	13	0,317073171	-1,148622709	-0,364197444
2.	<i>Nephrolepis cardifolia</i> (L.) C. Presl.	12	0,292682927	-1,228665417	-0,35960939
3.	<i>Drynaria sparsisora</i> Moore.	7	0,170731707	-1,767661918	-0,301795937
4.	<i>Pyrrrosia numularifolia</i> (Sw.) Ching.	9	0,219512195	-1,516347489	-0,332856766
Total		41			-1,358459538

Tabel 4. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang pada ketinggian 700 m dpl.

No	Spescies	Jumlah individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Asplenium nidus</i> L.	17	0,298	-1,209837924	-0,360828854
2.	<i>Drynaria quersifolia</i> J. Sm.	19	0,333333333	-1,098612289	-0,366204096
3.	<i>Dynaria sparsisora</i> Moore.	21	0,368421053	-0,99852883	-0,367879043
Total		57			-1,094911993

Tabel 5. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang pada ketinggian 800 m dpl.

No	Spescies	Jumlah individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Cyathea contaminans</i> (Hook.) Copel.	5	0,058139535	-2,844909384	-0,165401708
2.	<i>Dicranopteris curranii</i> Copel.	11	0,127906977	-2,056452023	-0,263034561
3.	<i>Drynaria sparsisora</i> Moore.	28	0,325581395	-1,122142786	-0,365348814
4.	<i>Pteridium</i> sp.	3	0,063829787	-2,751535313	-0,175629914
Total		86			-1,06245397

Tabel 6. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang pada ketinggian 900 m dpl.

No	Spescies	Jumlah individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Goniophlebium persicifolium</i> (Desv.) Bedd.	6	0,181818182	-1,704748092	-0,309954199
2.	<i>Cyathea contaminans</i> (Hook.) Copel.	17	0,515151515	-0,663294217	-0,341697021
3.	<i>Gleichenia linearis</i> (Burm.) Clarke.	10	0,303030303	-1,193922468	-0,361794687
Total		33			-1,013445907

Tabel 7. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang pada ketinggian 1000 m dpl.

No	Spesies	Jumlah Individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Lycopodium cernuum</i> L.	26	0,448275862	-0,802346473	-0,359672557
2.	<i>Cyathea contaminans</i> (Hook.) Copel.	2	0,034482759	-3,36729583	-0,116113649
3.	<i>Diplazium</i> sp.	6	0,103448276	-2,268683541	-0,234691401
4.	<i>Selaginella intermedia</i> (Bl.) Spring.	24	0,413793103	-0,88238918	-0,365126557
Total		58			-1,075604164

Tabel 8. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang pada ketinggian 1100 m dpl.

No	Spesies	Jumlah Individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Lycopodium cernuum</i> L.	28	0,5	-0,693147181	-0,34657359
2.	<i>Dipteris conjugata</i> Reinw.	6	0,107142857	-2,233592222	-0,239313452
3.	<i>Selaginella intermedia</i> (Bl.) Spring.	22	0,392857143	-0,934309237	-0,367050058
Total		56			-0,9529371

Tabel 9. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang pada ketinggian 1200 m dpl.

No	Spesies	Jumlah Individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Dipteris conjugata</i> Reinw.	10	0,714285714	-0,336472237	-0,240337312
2.	<i>Hymenophyllum imbricatum</i> Bl.	4	0,285714286	-1,252762968	-0,357932277
Total		14			-0,598269589

Tabel 10. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang pada ketinggian 1300 m dpl.

No	Spesies	Jumlah Individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Hymenophyllum imbricatum</i> Bl.	4	1	0	0
Total		4			0

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada setiap ketinggian mulai dari ketinggian 500 m dpl, 600 m dpl, 700 m dpl, 800 m dpl, 900 m dpl, 1.000 m dpl, 1.100 m dpl, 1.200 m dpl, dan 1.300 m dpl di sepanjang jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli, dari hasil perhitungan nilai indeks keanekaragaman (H') pada ketinggian 500 m dpl diperoleh nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,590311843 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 600 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,358459538 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 700 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,094911993 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 800 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,06245397 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 900 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,013445907 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 1.000 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,075604164 ini

dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 1.100 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -0,9529371 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya rendah, pada ketinggian 1.200 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -0,598269589 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya rendah, pada ketinggian 1.300 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar 0 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya rendah.

Dari hasil perhitungan indeks keanekaragaman (H') pada Tabel 2-10 dapat dilihat bahwa lokasi yang mempunyai nilai indeks keanekaragaman tertinggi terdapat pada ketinggian 500 mdpl sebesar -1,590311843 dan nilai indeks keanekaragaman terendah pada ketinggian 1.300 m dpl sebesar 0. Namun dilihat dari nilai indeks keanekaragaman yang dihitung dari ketinggian 500 – 1.300 m dpl menunjukkan indeks keanekaragaman adalah sedang. Hal ini menunjukkan jumlah jenis diantara jumlah total individu seluruh jenis yang ada sedang, artinya ratio jumlah individu suatu jenis dengan jumlah total individu seluruh jenis adalah sedang.

Menurut Mason (1980), jika nilai H' lebih kecil dari 1 berarti keanekaragaman jenis rendah, jika 1-3 berarti keanekaragaman jenis sedang, jika lebih besar dari 3 berarti keanekaragaman jenis tinggi. Perubahan nilai yang berangsur-angsur menjadi lebih rendah dari ketinggian 500 sampai 1.300 m dpl seiring dengan perubahan komposisi jenis juga sejalan dengan kenaikan ketinggian. Menurut Odum (1996) bahwa semakin banyak jumlah jenis maka semakin tinggi keanekaragamannya. Sebaliknya jika nilainya kecil maka komunitas tersebut didominasi oleh satu atau sedikit jenis. Keanekaragaman jenis dipengaruhi oleh pembagian penyebaran individu dalam tiap jenisnya, tetapi bila penyebaran individu tidak merata maka keanekaragaman jenisnya rendah.

Selanjutnya menurut Sastrapradja dkk., (1997) menyatakan bahwa dengan memperhatikan keanekaragaman dalam komunitas dapat diperoleh gambaran tentang kedewasaan organisasi komunitas tersebut. Biasanya makin makin beranekaragam suatu komunitas, makin tinggi organisasi didalam komunitas tersebut. Hal ini menunjukkan tingkat kedewasaannya, sehingga keadaannya lebih mantap.

Menurut Sastrapraja dkk., (1997), ketersediaan nutrisi dan pemanfaatan nutrisi yang berbeda menyebabkan nilai keanekaragaman bervariasi. Selanjutnya Holtum (1967), menyatakan bahwa kondisi lingkungan di hutan tertutup ditandai dengan sedikitnya jumlah sinar yang menembus kenopi hingga mencapai permukaan tanah dan kelembaban udaranya sangat tinggi. Dengan demikian paku hutan memiliki kondisi hidup yang seragam dan terlindung dari panas. Kondisi ini dapat terlihat dari jumlah paku yang dapat beradaptasi dengan cahaya matahari penuh tidak pernah dijumpai di hutan yang benar-benar tertutup. Beberapa paku hutan tidak dapat tumbuh ditempat yang dikenai cahaya matahari.

Keanekaragaman jenis tumbuhan paku tidak dapat dipisahkan dengan faktor abiotik (suhu udara, intensitas cahaya, pH tanah, kelembaban udara, dan ketinggian tempat), karena faktor tersebut memiliki peran sebagai pembentukan mikrohabitat atau menciptakan lingkungan yang sesuai untuk dijadikan tempat hidup bagi makhluk hidup. Serta semakin meningkat ketinggian tempat, jenis tumbuhan paku yang diperoleh semakin sedikit yang tentunya berpengaruh terhadap nilai indeks keanekaragamannya pada tiap ketinggian. Kondisi fisik dan kimia lingkungan pada lokasi penelitian berdasarkan

ketinggian di jalur pendakian Gunung Galang pada setiap ketinggian menunjukkan variasi perbedaan pada setiap ketinggian tempat disepanjang jalur pendakian Gunung Galang. Dimana pada setiap kenaikan ketinggian 100 m dpl terjadi perubahan suhu yang semakin berkurang sebesar 1°C dan kelembaban yang semakin meningkat serta intensitas cahaya yang semakin menurun. Laju penurunan suhu udara terhadap ketinggian mengikuti dua konsep yaitu secara adiabatik kering dan adiabatik basah. Pada konsep adiabatik kering, udara dianggap kering tanpa uap air di mana, setiap kenaikan ketinggian 100 m dpl maka suhu udara akan turun 1°C dan Setiap ketinggian turun 100 m dpl suhu udara akan naik 1°C . Sedangkan pada konsep adiabatik basah nilai laju adiabatik basah adalah $0.5 - 0.6^{\circ}\text{C}$ setiap perubahan ketinggian 100 m dpl. Artinya, Setiap kenaikan ketinggian 100 m dpl maka suhu udara akan turun $0,5 - 0,6^{\circ}\text{C}$. Setiap ketinggian turun 100 m dpl suhu udara akan naik $0.5 - 0.6^{\circ}\text{C}$. Menurut Prawirowardoyo (1996), suatu paket udara yang mengandung uap air jika bergerak ke atas maka dengan proses adiabatik menyebabkan suhunya turun. Dengan turunnya suhu paket maka kelembaban nisbinya (RH) akan bertambah, sehingga pada suatu saat uap air di dalam paket tersebut menjadi jenuh dan setelah itu terjadilah pengembunan. Selama belum tercapai pengembunan, penurunan suhu paket mengikuti laju adiabatik kering yaitu sebesar $1/100$ m. Pada saat terjadi pengembunan, maka akan ada pelepasan panas laten. Panas laten adalah energi panas yang dilepas atau diserap ketika suatu zat berubah fase, misalnya dari padat ke cair atau dari uap ke cair (Neiburger dkk., 1995). Adanya panas laten tersebut akan menghalangi pendinginan adiabatik. Dampaknya laju penurunan suhu terhadap ketinggian tidak lagi sama dengan laju penurunan adiabatik kering, tetapi lebih kecil. Laju penurunan suhu ini disebut laju penurunan adiabatik jenuh (γ_s).

Analisis keseluruhan tingkat keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli, menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Winner. Dari hasil yang diperoleh, menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman sebesar $-2,55471$ dengan kategori sedang. Adapun jenis paku yang memiliki keanekaragaman yang paling tertinggi yaitu *Drynaria sparsisora* Moore. dan terendah yaitu *Pteridium* sp. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Indeks keseluruhan keanekaragaman jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli.

No	Species	Jumlah Individu	Pi	In pi	H'
1.	<i>Heterogonium sagenioides</i> (Mett.) Holtt.	30	0,070093	-2,65793	-0,1863
2.	<i>Asplenium nidus</i> L.	27	0,063084	-2,76329	-0,17432
3.	<i>Drynaria sparsisora</i> Moore.	58	0,135514	-1,99868	-0,27085
4.	<i>Pyrtrosia numularifolia</i> (Sw.) Ching.	23	0,053738	-2,92363	-0,15711
5.	<i>Nephrolepis cardifolia</i> (L.) C. Presl.	30	0,070093	-2,65793	-0,1863
6.	<i>Drynaria quersifolia</i> J. Sm.	19	0,044393	-3,11468	-0,13827
7.	<i>Cyathea contaminans</i> (Hook.) Copel.	24	0,056075	-2,88107	-0,16156
8.	<i>Dicranopteris curranii</i> Copel.	11	0,025701	-3,66123	-0,0941
9.	<i>Pteridium</i> sp.	3	0,007712	-4,86497	-0,03752
10.	<i>Goniophlebium persicifolium</i> (Desv.) Bedd.	6	0,014019	-4,26736	-0,05982
11.	<i>Gleichenia linearis</i> (Burm.) Clarke.	24	0,056075	-2,88107	-0,16156
12.	<i>Lycopodium cernuum</i> L.	54	0,126168	-2,07014	-0,26119
13.	<i>Diplazium</i> sp.	6	0,014019	-4,26736	-0,05982
14.	<i>Selaginella intermedia</i> (Bl.) Spring.	46	0,107477	-2,23048	-0,23972
15.	<i>Dipteris conjugata</i> Reinw.	16	0,037383	-3,28653	-0,12286
16.	<i>Hymenophyllum imbricatum</i> Bl.	12	0,028037	-3,57422	-0,10021
Total		389			-2,55471

Hasil penelitian perhitungan keseluruhan indeks keanekaragaman jenis tumbuhan paku pada ketinggian 500 sampai 1300 m dpl memiliki indeks keanekaragaman sebesar -2,55471 ini dikategorikan sedang. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya penutupan pepohonan yang rapat di beberapa ketinggian (1100-1300 m dpl), tingkat kebasahan tanah pada area ini juga rendah, dan beberapa aktivitas manusia yang sering melakukan penyemprotan/pembersihan perkebunan (600-900 m dpl) namun pada ketinggian 500 m dpl merupakan wilayah perkebunan yang kurang dirawat lagi oleh pemilikinya, serta Keanekaragaman jenis tumbuhan paku tidak dapat dipisahkan dengan faktor abiotik (suhu udara, intensitas cahaya, pH tanah, kelembaban udara, dan ketinggian tempat), karena faktor tersebut memiliki peran sebagai pembentukan mikrohabitat atau menciptakan lingkungan yang sesuai untuk dijadikan tempat hidup bagi makhluk hidup. Odum (1996) mengemukakan bahwa semakin banyak jumlah spesies maka akan semakin tinggi keanekaragamannya, sebaliknya jika jumlah spesies yang ditemukan sedikit maka tingkat keanekaragamannya pun rendah dengan komunitas yang didominasi oleh satu atau beberapa jenis. Keanekaragaman jenis juga dipengaruhi oleh penyebaran individu dalam tiap jenisnya.

Jumlah indeks keanekaragaman yang diperoleh pada penelitian ini cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurhayati (2013) yang melakukan penelitian struktur komunitas tumbuhan paku di Kawasan Danau Tambing

Taman Nasional Lore Lindu. Berdasarkan hasil penelitiannya indeks keanekaragaman yang diperoleh sebesar -1,1772 dengan kategori sedang. Walaupun jumlah jenis yang diperoleh peneliti lebih sedikit dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati (2013) tetapi penyebaran paku yang ada di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli merata sehingga indeks keanekaragaman yang diperoleh lebih tinggi.

Berdasarkan indeks keseluruhan keanekaragaman jenis tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di Jalur Pendakian Gunung Galang (tabel 4.13) dapat digolongkan dalam kategori sedang. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Lubis (2009) yang melakukan penelitian keanekaragaman dan pola distribusi tumbuhan paku di Hutan Wisata Alam Taman Eden Kabupaten Toba Samosir Provinsi Sumatera Utara diperoleh hasil penelitian indeks keanekaragaman sebesar -2,6301 dengan kategori sedang, walaupun jumlah jenis tumbuhan paku yang ditemukan berbeda dengan peneliti, tetapi memiliki pola penyebaran yang kurang merata sehingga kategori indeks keanekaragaman antara peneliti dengan Lubis (2009) tidak terlalu berbeda jauh, dimana indeks keanekaragaman yang diperoleh peneliti sebesar -2,6018, jadi jumlah jenis dan ketinggian lokasi bukan merupakan penentu tingkat keanekaragaman tetapi tergantung penyebarannya yang merata atau tidak merata. Hal ini sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Odum (1996) bahwa suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi jika pada komunitas tersebut terdapat banyak jenis yang sama atau hampir sama. Dalam penelitian ini

ditemukan jenis tumbuhan paku 16 dan penyebarannya yang kurang merata maka tergolong sedang.

Media pembelajaran yang dihasilkan dari penelitian ini yakni buku saku tentang jenis-jenis tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli. Isi dari buku saku ini memuat gambar jenis-jenis tumbuhan paku yang diperoleh dari hasil penelitian beserta klasifikasi dan deksripsinya. Berdasarkan penilaian dari tim ahli/ Dosen baik dari segi isi, desain, dan grafis, diperoleh persentase penilaian antara lain 72% untuk segi isi, 83% untuk segi desain, dan 87% untuk segi grafis. Selanjutnya media pembelajaran ini diujikan kepada mahasiswa pendidikan biologi dengan jumlah responden 24 orang yang dibagi menjadi kelompok besar 15 orang dan kelompok kecil 9 orang. Dari uji coba tersebut diperoleh persentase skor penilaian yaitu 86,67% untuk kelompok besar dan 78,89% untuk masisiwa kelompok kecil. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa media pembelajaran tersebut layak digunakan sebagai media pembelajaran dan dapat menunjang proses pembelajaran.

Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Pada ketinggian 500 m dpl indeks keanekaragaman sebesar -1,590311843 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 600 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,358459538 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 700 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,094911993 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 800 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,06245397 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 900 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,013445907 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 1.000 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -1,075604164 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya sedang, pada ketinggian 1.100 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -0,9529371 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya rendah, pada ketinggian 1.200 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar -0,598269589 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya rendah, pada ketinggian 1.300 m dpl nilai indeks keanekaragaman sebesar 0 ini dikategorikan keanekaragaman jenisnya rendah. Indeks keanekaragaman tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian tempat dari permukaan laut. Hasil penelitian tentang keanekaragaman jenis

tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di jalur pendakian Gunung Galang Kabupaten Tolitoli layak digunakan sebagai media pembelajaran biologi dalam bentuk buku saku.

Acknowledgements

Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Dr. Mohammad Jamhari, M.Pd Dosen Pembimbing Utama, Bapak Dr. Amiruddin Kasim, M.Si Dosen Pembimbing Kedua, Terima kasih kepada Bapak Prof. Daud K. Walanda, M.Sc., Ph.D. sebagai Dosen Wali yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasinya. Semoga kebaikan Bapak mendapatkan balasan sebaik-baiknya dari Tuhan Yang Maha Esa.

References

- Abdiyani, S. (2008). Keanekaragaman jenis tumbuhan bawah berkhasiat obat di dataran tinggi Dieng. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 5(1), 81-82.
- Akhiarif. (2011). *Keanekaragaman.mahluk hidup*. Diakses 27 Desember 2018, dari http://id.shvoong.com/writing-and-speaking/2121955-keaneragaman_mahluk_hidup.
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktek*. Edisi Revisi IV. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arini, D. I. D. & Kinho, J. (2012). Keragaman jenis tumbuhan paku (pteridophyta) di cagar alam gunung ambang sulawesi utara. *BPK Manado*, 2(1): 18-19.
- Astuti, M. J., Murningsih, M., & Jumari, J. (2018). Keanekaragaman jenis tumbuhan paku (pteridophyta) di jalur pendakian selo kawasan taman nasional gunung Merbabu Jawa Tengah. *Jurnal Bioma*, 20(1), 25-30.
- Aththorick, T. A., Pasaribu, N., & Yulinda. (2005). Komposisi dan stratifikasi makroepifit di hutan wisata tangkahan taman nasional gunung Leuser Kabupaten Langkat. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 17(2), 1-8.
- Aththorick, T. A, Etti, S. S., & Hartati, Sri. (2007). Kekayaan jenis makroepifit di hutan telaga taman nasional gunung Leuser (TNGL) Kabupaten Langkat. *Jurnal Biologi Sumatera*, 2(1), 12-16.
- Barbour, M. G., Burk, J. H., & Pitts, W. D. (1987). *Terrestrial plant ecology*. Secound edition. Menio Park, California: The Benjamin/ Cumming Publishing Company Inc.
- Darma, I. D. P., & Peneng, I. N. (2007). Inventarisasi tumbuhan paku di kawasan taman nasional Laiwangi-Wanggameti Sumba

- Timur, Waingapu, NTT, *Biodiversitas*, 8(3), 242-248.
- Efendi, F.Z. (2013). Studi inventarisasi keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan wisata Coban Rondo Kabupaten Malang. *Jurnal Cugito Ergo Sum*, 2(13), 173-188.
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode sampling bioekologi*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Hartini, S. (2010). Inventarisasi flora di kebun raya Samosir Sumatera Utara. *Ekologia*, 10(1), 23-30.
- Hartini, S. (2011). Tumbuhan paku di beberapa kawasan hutan di taman nasional Kepulauan Toge dan upaya konservasinya di kebun raya Bogor, *Berk. Penelitian. Hayati Edisi Khusus*, 7A, 35-40.
- Hartini, S. (2006). Tumbuhan paku di cagar alam Sago Malintang, Sumatra Barat dan aklimatisasinya di kebun raya Bogor, *Biodiversitas*, 7(3), 230-236.
- Holtum, R. E. (1967). *A revised of malaya, fern of malaya*. Singapore: Government Printing Office.
- Loveless, A. R. (1989). Prinsip-prinsip biologi tumbuhan untuk daerah tropik 2. Jakarta: PT Gramedia.
- Lubis, S. R. (2009). *Keanekaragaman dan pola distribusi tumbuhan paku di hutan wisata alam taman eden kabupaten toba samosir provinsi sumatera utara*. Tesis Tidak Diterbitkan. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Mapaseto. (2015). *Laporan hasil pendakian gunung galang*. Laporan Mahasiswa Pecinta Alam STIE Tolitoli.
- Mason, C. F. (1980). *Ecology*. Second edition. Longman Inc. USA. New York.
- MuellerDombois, D. (1974). *Aim and methods of vegetation ecology*. New York: Jhon wiley.
- Neiburger, M., Edinger, J. G., & Bonner, W.D., (1995). *Memahami lingkungan atmosfer kita*. Edisi kedua. Penerbit ITB. Bandung.
- Nurchayati, N. 2010. Hubungan kekerabatan beberapa spesies tumbuhan paku famili polypodiaceae ditinjau dari karakter morfologi sporofit *Jurnal Ilmiah Progressif*, 7(9), 9-18.
- Nurhayati. (2013). *Struktur komunitas tumbuhan paku (pteridophyta) di kawasan danau tambing taman nasional lore lindu dan pengembangannya sebagai media pembelajaran*. Tesis, Tidak Diterbitkan. Program Pascasarjana Universitas Tadulako.
- Odum, E. P. (1996). *Dasar-dasar ekologi* Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gajah Mada University press.
- Piggott, A. G. (1988). *Ferns of Malaysia in colour*. Malaysia: Tropical press SDN. BHD Kuala Lumpur.
- Prawirowardoyo, S. (1996). *Meteorologi*. Penerbit ITB. Bandung.
- Prastyo, S. A. (2015). Identifikasi tumbuhan paku epifit pada batang tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis jacq*) di lingkungan Universitas Brawijaya. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(15), 65-74.
- Romaidi., Solika, M., & Minarno, E. B. (2012). Jenis-jenis paku epifit dan tumbuhan inangnya di tahura ronggo soeryo cangar. *El-Hayah*, 3(1), 8-15.
- Sastrapradja, S., & Afriastini, J. J. (1985). *Kerabat paku herbarium bogoriense*. Bogor.
- Sastrapradja, S., Afriastini, J. J., Darnaedi, D., & Wijaya, E. A. (1997). *Jenis paku Indonesia*. Bogor: Lembaga Biologi Indonesia – LIPI Bogor.
- Setyawan, A. D. (2000). Tumbuhan epifit pada tegakan pohon schima wallichii (D.C.) korth. di gunung Lawu. *Biodiversitas*, 1(1), 14-20.
- Sujalu, A. P. (2007). Identifikasi keanekaragaman paku-pakuan (pteridophyta) epifit pada hutan bekas tebangan di hutan penelitian Malinau - CIFOR seturan. *Media Konservasi*, 12(1), 38-48.
- Sunarmi., & Sarwono. (2004). Inventarisasi tumbuhan paku di daerah Malang, *Berkala Penelitian. Hayati*, 10(1), 71-74.
- Tjitrosomo, S. S. (1983). *Botani umum 1*. Bandung: Penerbit Angkasa.
- Tjitrosoepomo, G. (1989). *Taksonomi tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.