

Identifikasi Tumbuhan Paku Berdasarkan Letak dan Posisi Sorus dengan Ketinggian Berbeda di Kabupaten Bondowoso

Identification of Ferns Based on the Location and Position of the Sorus with Different Elevation in Bondowoso Regency

Anggrilia Ratu Pradipta, Sulifah Aprilya Hariani, Ika Lia Novenda

Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jl. Kalimantan X No. 37, Kampus Tegalboto, Jember, 68121, Jawa Timur, Indonesia
Email: anggriliaratupra@gmail.com

Abstrak

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) diklasifikasikan menjadi empat kelas yaitu Psilotopsida, Equisetopsida (*Sphenopsida*), Marattiopsida, dan Polypodiopsida (*Filicopsida*). Tumbuhan paku banyak ditemukan di tempat yang lembap dan sesuai dengan kebutuhan hidup, salah satunya pada kawasan Kabupaten Bondowoso di delapan kecamatan dengan ketinggian berbeda. Di kawasan tersebut dilakukan kegiatan identifikasi dan inventarisasi tumbuhan paku khususnya kelas Polypodiopsida sebagai dasar informasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan paku kelas Polypodiopsida berdasarkan letak dan posisi sorus dengan ketinggian berbeda di beberapa kawasan Kabupaten Bondowoso dari hasil penelitian. Penelitian ini menggunakan metode jelajah pada beberapa area tertentu. Berdasarkan hasil penelitian terdapat 6 famili, 11 genus, dan 15 jenis tumbuhan paku kelas Polypodiopsida dengan jumlah serta karakteristik letak dan posisi sorus yang berbeda. Setiap jenis tumbuhan paku memiliki letak dan posisi sorus yang sama di ketinggian berbeda (rendah, sedang, dan tinggi).

Kata kunci: Tumbuhan paku, sorus, ketinggian tempat

Abstract

Ferns (Pteridophyta) are classified into four classes, namely Psilotopsida, Equisetopsida (Sphenopsida), Marattiopsida, and Polypodiopsida (Filicopsida). Ferns are commonly found in damp places and in accordance with the necessities of life, one of which is in the Bondowoso Regency area in eight sub-districts with different elevations. In this area, identification and inventory of ferns, especially the Polypodiopsida class, was carried out as a basis for information. This study aims to determine the types of ferns in the Polypodiopsida class based on the location and position of the sorus with different elevations in several areas of Bondowoso Regency. This study uses the roaming method in certain areas. Based on the study's results, there were six families, 11 genera, and 15 species of ferns in the Polypodiopsida class with different numbers and characteristics of the location and position of the sorus. Each type of fern has the same location and position of the sorus at different elevations (low, medium, and high).

Keywords: Ferns, sorus, elevations

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki keanekaragaman tumbuhan dan hewan sangat tinggi setelah Brazil. Keanekaragaman tumbuhan yang ada di bumi menunjukkan bentuk, tampilan, dan ciri-ciri yang bervariasi sehingga memerlukan pengelompokan agar mudah dipelajari dan dipahami. Organisme yang memiliki kesamaan ciri dan sifat dimasukkan ke dalam satu kelompok tertentu (Hassanuddin dan Mulyadi, 2014).

Tumbuhan paku tersebar di seluruh dunia kecuali di daerah gurun dan bersalju. Spesies tumbuhan paku yang diketahui sekitar 10.000 dimana 3.000 spesies ada di Indonesia (Luckita *et al.*, 2021). Klasifikasi tumbuhan paku dibagi menjadi 4 kelas berdasarkan perbedaan morfologi yang terdapat dalam taksonomi yaitu Psilotopsida, Equisetopsida (Sphenopsida), Marattiopsida, dan Polypodiopsida (Filicopsida).

Kelas Polypodiopsida terdiri dari tujuh ordo antara lain Osmundales (Famili Osmundaceae), Hymenophyllales (Famili Hymenophyllaceae), Gleicheniales (Famili Gleicheniaceae, Famili Dipteridaceae dan Famili Matoniaceae), Scizaeales (Famili Lygodiaceae, Famili Anemiaceae, dan Famili Schizaeaceae), Salviniaceae (Famili Marsileaceae dan Famili Salviniaceae), Cyatheales (Famili Thyrsopteridaceae, Famili Loxomataceae, Famili Culcitaceae, Famili Plagiogyriaceae, Famili Cibotiaceae, Famili Cyatheaceae, Famili Dicksoniaceae, dan Famili Metaxyaceae) serta Polypodiales (Famili Lindsaeaceae, Famili Saccolomataceae, Famili Dennstaedtiaceae, Famili Pteridaceae, Famili Aspleniaceae, Famili Thelypteridaceae, Famili Woodsiaceae, Famili Blechnaceae, Famili Onocleaceae, Famili Dryopteridaceae, Famili Lomariopsidaceae, Famili Tectariaceae, Famili Oleandraceae, Famili Davalliaceae, dan Famili Polypodiaceae) menurut Smith *et al.*, (2006).

Tumbuhan paku dapat ditemukan di daerah subtropis maupun tropis, dengan ketinggian berbeda, di tanah, bebatuan atau di pohon. Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) merupakan tumbuhan kormus dimana memiliki akar, batang, dan daun secara jelas. Akar tumbuhan paku bersifat endogen dan tumbuh ke arah samping batang. Batang tumbuhan paku termasuk dikotom, bercabang-cabang menggarpu (Tjitrosoepomo, 2014). Alat

perkembangbiakan tumbuhan paku berupa spora yang disimpan dalam kotak spora (sporangium). Sporangium berkumpul menjadi sorus. Sorus berperan melindungi kotak spora hingga siap melepaskan spora. Karakteristik sorus salah satunya memiliki letak dan posisi yang berbeda pada setiap jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*), antara lain di tepi daun, dekat tepi daun, urat daun, bawah permukaan daun, berbentuk garis (linier), memanjang, dan bulat. (Mardiyah *et al.*, 2016). Habitat dan cara hidup tumbuhan paku sangat heterogen serta kondisi lingkungan abiotik juga diperlukan untuk hidup (Luckita *et al.*, 2021).

Faktor penting dalam pertumbuhan yaitu lingkungan karena dapat menentukan perkembangan tumbuhan dengan pemenuhan nutrisi. Kondisi lingkungan yang bervariasi dapat menyebabkan morfologi yang berbeda. Faktor lingkungan yang mempengaruhi antara lain intensitas cahaya, ketinggian tempat, suhu dan kelembapan udara, pH dan kelembapan tanah, dan kecepatan angin. Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi jumlah jenis tumbuhan paku di suatu tempat. Menurut Sianturi (2020), kondisi lingkungan yang ekstrim seperti iklim, tanah, dan ketinggian maka jumlah jenis tumbuhan paku berkurang serta hanya satu atau dua jenis yang dominan. Selain itu, juga dapat disebabkan oleh jumlah pohon sebagai naungan yang sedikit, kurangnya intensitas cahaya matahari, dan tiupan angin. Oleh karena itu, hanya tumbuhan paku tertentu saja yang dapat bertahan hidup.

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) banyak tumbuh pada daerah tropis atau hutan tropis dengan suhu sekitar 21-27°C. Keadaan tersebut sesuai dengan proses pertumbuhan yang menyebabkan penyebaran jenis tumbuhan paku (Hasanah, 2020). Sedangkan kelembapan optimal yang baik bagi pertumbuhan tumbuhan paku yaitu 60-80%. Kelembapan udara yang baik ketika suhu juga menurun. Hal ini juga mempengaruhi penyebaran tumbuhan paku yang semakin banyak (Masykur dkk., 2019). Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan proses transpirasi lebih cepat dengan berkurangnya kelembapan udara. Sedangkan intensitas cahaya yang rendah menyebabkan proses fotosintesis terbatas dan cadangan makanan lebih banyak terpakai daripada tersimpan (Rizky dkk., 2019). Toleransi pertumbuhan tumbuhan paku terhadap

intensitas cahaya menurut Hoshizaki & Moran (dalam Lindasari dkk., 2015) yaitu 200-600 lux.

Tumbuhan paku belum banyak diketahui salah satunya di Kabupaten Bondowoso. Kabupaten Bondowoso merupakan salah satu kawasan di Provinsi Jawa Timur yang akan dilakukan kegiatan inventarisasi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) berdasarkan letak dan posisi sorus dengan ketinggian berbeda. Kegiatan inventarisasi dilakukan untuk mengungkapkan jenis-jenis tumbuhan paku di daerah tersebut. Kawasan penelitian dilakukan pada 8 kecamatan, antara lain Kecamatan Prajekan (53,3 mdpl); Kecamatan Klabang (135,3 mdpl); Kecamatan Bondowoso (257,3 mdpl); Kecamatan Grujugan (333,6 mdpl); Kecamatan Tlogosari (461,3 mdpl); Kecamatan Sukosari (484,3 mdpl); Kecamatan Sumber Wringin (747,6 mdpl) dan Kecamatan Ijen (1.215 mdpl). Masing-masing kecamatan ditentukan tiga lokasi yang terdapat banyak tumbuhan paku kelas Polypodiopsida. Tumbuhan paku diidentifikasi berdasarkan perbedaan morfologi yaitu daun, batang, akar, dan sorus menggunakan buku dan jurnal identifikasi.

Metode Penelitian

Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah deskriptif eksploratif dengan pendekatan kualitatif. Penelitian ini dilakukan di beberapa kawasan Kabupaten Bondowoso, lebih tepatnya delapan kecamatan dengan ketinggian tempat yang berbeda pada tahun 2022 untuk pengambilan sampel dan dokumentasi. Setiap kecamatan dipilih tiga lokasi dengan beberapa area seperti area sungai, area pinggir jalan, area saluran air, dan area jembatan dimana setiap lokasi terdapat tumbuhan paku yang berlimpah. Pengambilan sampel tumbuhan paku (*Pteridophyta*) kelas Polypodiopsida menggunakan metode jelajah disepanjang titik lokasi.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di delapan kecamatan Kabupaten Bondowoso, diantaranya Kecamatan Prajekan (53,3 m dpl), Kecamatan Klabang (135,3 m dpl), Kecamatan Bondowoso (257,3 m dpl), Kecamatan Grujugan (333,6 mdpl), Kecamatan Tlogosari (401,3 m dpl),

Kecamatan Sukosari (484,3 m dpl), Kecamatan Sumber Wringin (747,6 m dpl), dan Kecamatan Ijen (1215 m dpl) pada tanggal 12 Maret 2022 hingga 24 April 2022.

Prosedur

Penelitian yang dilakukan terdiri dari 4 tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengambilan sampel, serta tahap identifikasi dan inventarisasi. Tahap persiapan yang meliputi penentuan lokasi, observasi, studi kepustakaan, dan pengukuran parameter lingkungan meliputi ketinggian tempat, suhu dan kelembapan udara, pH tanah, kecepatan angin, dan intensitas cahaya.

Tahap pengambilan sampel yaitu sampel diamati dan diambil berdasarkan perbedaan morfologi kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik serta diberi label untuk diidentifikasi. Sampel kemudian dibuat herbarium kering dengan membersihkan terlebih dahulu kemudian disemprot alkohol 70% lalu dikeringkan di atas kertas koran, setelah itu sampel ditindih dengan benda berat. Spesiemen kemudian di letakkan di atas kertas bufalo dan direkatkan menggunakan selotip transparan, diberikan label berisikan informasi tumbuhan tersebut. Herbarium kemudian di lapiasi dengan lembaran plastik serapih mungkin.

Tahap identifikasi dan inventarisasi tumbuhan paku kelas Polypodiopsida berdasarkan morfologi (akar, batang, dan daun), letak dan bentuk sorus pada saat di habitat dan setelah diambil. Melakukan klasifikasi dan menentukan nama tumbuhan paku menggunakan buku dan jurnal panduan identifikasi, web resmi tentang taksonomi tumbuhan paku (*Pteridophyta*). Selanjutnya, tahap inventarisasi dimulai dari ketinggian rendah hingga tinggi berdasarkan perbedaan morfologi, letak dan posisi sorus tumbuhan paku.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Faktor Biotik

Faktor biotik pada setiap lokasi berupa beberapa pohon yang berfungsi sebagai naungan bagi tumbuhan dibawahnya termasuk tumbuhan paku. Tumbuhan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Faktor Biotik

No.	Faktor Biotik	Ketinggian		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1.	Pohon mangga (<i>Mangifera indica</i>)	√	√	√
2.	Pohon asam (<i>Tamarus indica</i>)	√	-	-
3.	Pohon jati (<i>Tectona grandis</i>)	√	√	-
4.	Pohon kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	√	√	-
5.	Pohon pinus (<i>Pinus merkusii</i>)	-	-	√
6.	Lumut (<i>Bryophyta</i>)	√	√	√
7.	Rumput-rumputan (<i>Poaceae</i>)	-	√	√
8.	Tumbuhan semak	√	√	√
9.	Kompetisi antar tumbuhan paku	√	√	√

Hasil Pengukuran Faktor Abiotik

Pengukuran faktor abiotik meliputi ketinggian tempat menggunakan altimeter, suhu dan kelembapan udara menggunakan termohigrometer, pH tanah menggunakan soil tester, kecepatan angin menggunakan

anemometer, dan intensitas cahaya menggunakan lux meter. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan pada masing-masing titik lokasi, lalu diambil rata-ratanya dapat dilihat pada Tabel 2. Berikut.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Faktor Abiotik

Kecamatan	Ketinggian Tempat (mdpl)	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Udara (%)	pH tanah	Kec. Angin (m/s)	Intensitas Cahaya (lux)
Prajean	53,3	33,2	59,8	5,57	19,7	2900
Klabang	135,3	32,89	65	5,8	14,1	5746
Bondowoso	257,3	29,6	79,2	6,1	10,7	4306
Grujugan	333,6	31	65,2	5,98	9,1	3631
Tlogosari	461,3	31,78	58,4	6,36	11,5	6427
Sukosari	484,3	29,78	67,4	4,71	7,78	4783
Sumber Wringin	747,6	28,67	68	5,46	6,2	9406
Ijen	1.215	28,1	62,67	5,8	72,8	4522

Berdasarkan pengukuran faktor abiotik pada Tabel 2. Kecamatan Prajean dan Kecamatan Klabang tergolong kawasan dengan ketinggian rendah. Kecamatan Bondowoso, Grujugan, Tlogosari, dan Sukosari merupakan kawasan dengan ketinggian sedang. Sedangkan Kecamatan Sumber Wringin dan Kecamatan Ijen tergolong kawasan dengan ketinggian tinggi. Suhu pada masing-masing tempat menunjukkan lebih dari suhu optimal, sedangkan kelembapan udara hanya dua kecamatan yang lebih rendah sedikit dari kelembapan optimal. Kedua kecamatan tersebut yaitu Kecamatan Prajean dan Tlogosari. Data-data yang diperoleh tersebut menyatakan bahwa tumbuhan paku dapat tumbuh dengan faktor suhu yang optimal serta kelembapan yang baik pada ketinggian tertentu. Semakin rendah suatu tempat maka suhu semakin tinggi dan kelembapan semakin rendah.

Ketinggian tempat, suhu, dan kelembapan udara juga berhubungan dengan faktor lainnya yaitu intensitas cahaya. Intensitas cahaya sebanding dengan suhu udara, semakin

tinggi intensitas cahaya maka semakin tinggi pula suhu udara. Intensitas cahaya dipengaruhi oleh adanya tajuk pohon. Semakin rapat sebuah tajuk maka suhu udara akan semakin rendah dan kelembapan akan semakin tinggi (Tarakanita dkk., 2019). Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan proses transpirasi lebih cepat dengan berkurangnya kelembapan udara (Rizky dkk., 2018). Toleransi pertumbuhan tumbuhan paku terhadap intensitas cahaya menurut Hoshizaki & Moran (dalam Lindasari dkk., 2015) yaitu 200-600 lux. Berdasarkan Tabel 1. diperoleh bahwa intensitas cahaya setiap tempat tergolong sangat tinggi dengan jumlah yang berbeda, hal tersebut disebabkan karena terdapat tajuk pohon yang berbeda pula. Pada tempat yang memiliki intensitas cahaya tinggi menunjukkan bahwa tajuk pohon sebagai naungan sedikit atau tidak rapat, begitu sebaliknya jika intensitas cahaya suatu tempat lebih rendah berarti tajuk pohon tersebut rapat.

Faktor abiotik selanjutnya yang mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan paku yaitu kecepatan angin. Distribusi dan

heterogenitas tumbuhan paku dipengaruhi oleh kecepatan angin dimana akan mempengaruhi tersebarnya spora. Spora yang dikeluarkan oleh sporangium akan terbawa oleh angin ke tempat yang sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan paku. Semakin tinggi kecepatan angin maka persebaran spora akan semakin jauh (Imaniar dkk., 2017). Kondisi lingkungan yang terlindung dari panas dan angin sehingga menyebabkan tingginya kelembapan yang disukai oleh tumbuhan paku dimana habitat yang sesungguhnya (Rizky dkk., 2018).

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa di Kecamatan Ijen memiliki kecepatan angin yang sangat tinggi dibandingkan dengan lainnya. Hal ini disebabkan karena lokasi penelitian tidak adanya pohon-pohon yang membatasi penyebaran spora. Sedangkan Kecamatan Sumber Wringin memiliki tingkat kecepatan angin yang sangat rendah hal tersebut disebabkan karena tumbuhan paku tumbuh terhalangi oleh keberadaan pohon-pohon tinggi. Kecepatan angin di kecamatan lainnya rata-rata hampir sama tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi karena habitat paku tersebut juga terbatas oleh pohon tetapi hanya sebagai naungan saja.

Faktor abiotik lainnya yaitu pH tanah yang juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan paku. Tumbuhan paku hidup menyukai suhu yang sejuk, kelembapan yang tinggi, dan pH tanah sekitar 6-7. pH tanah dikatakan asam apabila < 7 sedangkan dikatakan basa apabila > 7 . Faktor pH tanah dapat mempengaruhi proses penyerapan zat hara dan pertumbuhan tumbuhan paku. Tumbuhan paku yang tumbuh di daerah bebatuan membutuhkan pH basa sekitar 7-8 (Pramudita dkk., 2021). Namun,

menurut Hidayah (2021), tumbuhan paku yang hidup di hutan cenderung menyukai pH tanah bersifat asam sekitar 5,5-6,5 dan dapat tumbuh subur. Sehingga dapat dikatakan bahwa tumbuhan paku dapat tumbuh dengan kondisi pH tanah asam, netral, dan basa. Hasil penelitian pada Tabel 1. menunjukkan bahwa semua lokasi kecamatan memiliki pH tanah yang asam walaupun beberapa tempat tersebut tidak termasuk hutan. Kecamatan Sukosari memiliki pH terendah sebesar 4,71 sedangkan Kecamatan Tlogosari memiliki pH tertinggi sebesar 6,36. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa tumbuhan paku dapat tumbuh dalam kondisi pH asam, netral maupun basa sesuai dengan teori. Menurut Saputro dan Utami (dalam Sandy, 2016) bahwa derajat keasaman (pH) bagi tumbuhan paku yaitu sekitar 5,5 hingga 8,0 dimana dapat mempengaruhi unsur hara yang diserap.

Identifikasi Tumbuhan Paku

Jumlah sampel tumbuhan paku sebanyak 17 jenis sampel diidentifikasi menggunakan buku Flora karangan Dr. C.G.G.J. van Steenis, dkk, tahun 2008; Flora of Australia Volume 48, Ferns, gymnosperms and allied groups tahun 1998; Ferns and Lycophytes: *Pteridaceae* E. D. M. Kirchn., tahun 2020; Michigan Ferns and Lycophytes: A Guide to Species of The Great Lakes Region, tahun 2018; Fern-Family Thelypteridaceae In Malaya, tahun 1980; An Identification Guide to the Ferns of the Florida Panhandle, tahun 1989; Jurnal Internasional, tahun 2017 (Polypodiaceae), tahun 2021 (Pteridaceae); dan Identification Key For Lycophytes And Ferns, tahun 2016. Jumlah jenis tumbuhan paku pada setiap ketinggian berbeda, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Tumbuhan Paku

No.	Nama Tumbuhan Paku	Jumlah di Ketinggian		
		Rendah (53,3 - 135,3 mdpl)	Sedang (257,3 - 484,3 mdpl)	Tinggi (747,6 – 1.215 mdpl)
1.	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	-	13	-
2.	<i>Adiantum lunulatum</i> Burm. f.	27	107	-
3.	<i>Christella dentata</i> (Forssk.) Brownsey & Jermy	20	202	-
4.	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	15	57	-
5.	<i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Sw.	-	±229	240
6.	<i>Diplazium dilatatum</i> Blume	-	-	∞

No.	Nama Tumbuhan Paku	Jumlah di Ketinggian		
		Rendah (53,3 - 135,3 mdpl)	Sedang (257,3 - 484,3 mdpl)	Tinggi (747,6 – 1.215 mdpl)
7.	<i>Lepisorus excavatus</i> (Bory de Saint-Vincent) Ching	2	-	-
8.	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	-	19	-
9.	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	-	80	-
10.	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl	25	3	-
11.	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	41	169	-
12.	<i>Pteris fauriei</i>	25	124	178
13.	<i>Pteris grandifolia</i> L.	-	6	-
14.	<i>Pteris vittata</i> L.	∞	284	-
15.	<i>Thelypteris ovata</i> R. P. St. John	-	14	-

Keterangan:

Rendah : Kecamatan Prajekan dan Kecamatan Klabang

Sedang : Kecamatan Bondowoso, Grujugan, Tlogosari, dan Sukosari

Tinggi : Kecamatan Sumber Wringin dan Kecamatan Ijen

± : kurang lebih

∞ : tidak terhingga

Berdasarkan Tabel 3. pada ketinggian rendah ditemukan 8 jenis, pada ketinggian sedang ditemukan 13 jenis dan pada tempat tinggi ditemukan hanya 3 jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*) kelas Polypodiopsida. Salah satu jenis tumbuhan paku yang terdapat di setiap ketinggian yaitu *Pteris fauriei*, karena *Pteris fauriei* memiliki toleransi yang baik terhadap kondisi lingkungan pada setiap lokasi sehingga dapat tumbuh dengan baik.

Karakteristik paku *Pteris fauriei* yang ditemukan antara lain memiliki rimpang bersisik hitam kecokelatan yang merayap pendek, memiliki daun yang tersusun secara majemuk menyirip berwarna hijau, daunnya berbentuk bulat telur, berujung runcing, tepi daun berlekuk, pangkal daun yang berbagi, dan permukaan daun yang licin dan mengkilat. Ukuran panjang daun *Pteris fauriei* yaitu sekitar 15-20 cm dan lebar 10-15 cm, dengan pinna sebanyak 3-9 pasang berbentuk lanset berukuran 4-10 cm dan lebar 1-2 cm (Chao *et al.*, 2021). Letak dan posisi sorus pada *Pteris fauriei* pada setiap ketinggian ditemukan sama yaitu terletak di permukaan bawah daun yang tersusun memanjang tepatnya di sepanjang tepi daun (Chao *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil pengamatan, *Pteris fauriei* banyak tumbuh di tanah yang lembab dan berada di bawah naungan pohon bertajuk rapat serta memiliki kanopi yang lebar. Habitat

paku *Pteris fauriei* juga didukung dengan kondisi lingkungan meliputi suhu dan kelembapan udara, pH tanah, kecepatan angin, serta intensitas cahaya yang sesuai dengan pertumbuhan.

Pada ketinggian rendah terdapat jenis tumbuhan paku yang ditemukan dengan jumlah tidak terhingga yaitu *Pteris vittata* (Tabel 2). *Pteris vittata* L. merupakan tumbuhan paku yang hidup di batu, tebing, tembok, serta tanah. Pada umumnya, *Pteris vittata* L. banyak ditemukan di berbagai ekosistem dan ketinggian tempat dengan menyukai lokasi yang terbuka dan terpapar sinar matahari.

Karakteristik paku *Pteris vittata* L. yang ditemukan sebagian besar tumbuh di tempat yang terbuka seperti di tanah, diantara bebatuan dan tembok. Selain itu, paku ini memiliki rimpang bersisik, merayap dan pendek, akar serabut, tangkai daun hijau kecokelatan berukuran 40-50 cm, daun hijau tersusun secara majemuk menyirip tunggal berukuran panjang 30-50 cm dan lebar 10-20 cm, lamina berbentuk bulat memanjang dan berujung runcing, pinna berbentuk linier atau memanjang dengan tepi rata dan ujung meruncing. Pinna bagian pangkal atau bawah lebih pendek, sedangkan pinna terpanjang biasanya terletak pada bagian ujung. Sorus berbentuk memanjang yang terletak di tepi permukaan bawah daun,

tertutupi oleh tepi pinna yang terlipat ke dalam (Prado *et al.*, 2020).

Jenis tumbuhan paku lainnya yang memiliki jumlah tak terhingga yaitu *Diplazium dilatatum* Blume namun hanya terdapat di Kecamatan Sumber Wringin dan Ijen dengan rata-rata ketinggian tempat 747,6 mdpl dan 1.215 mdpl. Berdasarkan hasil pengamatan, letak dan posisi sorus *Diplazium dilatatum* Blume berada di bawah permukaan daun berbentuk memanjang dan berpasangan. Namun paku *Diplazium dilatatum* Blume tidak ditemukan pada setiap ketinggian, tetapi di dataran tinggi kawasan pegunungan dan hutan. Karakteristik paku *Diplazium dilatatum* Blume tersebut memiliki rimpang tegak, membentuk batang pendek dan bersisik di bagian puncak berwarna cokelat, daun hijau, tersusun secara majemuk ganda rangkap dua hingga tiga, berbentuk elips atau bulat telur lebar, permukaannya kasar dan berbulu pada bagian abaksial, pinna berbentuk lanset-lonjong hingga memanjang, serta sorus cokelat, berbentuk linier pada bagian permukaan bawah pinna dan berpasangan (Orchard, 1998).

Jenis tumbuhan paku lain yang memiliki jumlah melimpah pada ketinggian sedang dan tinggi adalah *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw. yang banyak dikenal sebagai paku sayur karena dapat digunakan sebagai sayuran dan dikonsumsi. Karakteristik paku *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw. yang ditemukan banyak tumbuh di tempat terbuka, tanah lembab, daerah sungai. Rimpang pendek, tegak serta terdapat sisik pada bagian puncak. Memiliki akar serabut, tangkai daun berwarna hijau hingga hijau kecokelatan. Daun majemuk menyirip, berbentuk lanset dengan tepi bergerigi, ujung daun runcing, dan pangkal daun tumpul. Pinna berpasangan sebanyak 15 pasang tersusun secara berselang-seling. Lamina menyirip 2-3 berwarna hijau muda hingga hijau tua dengan panjang 0,5-1,5 m dan lebar 0,5-1 m. Sori yang terletak di permukaan bawah daun tepatnya di bagian tepi pada lekukan anak daun (Orchard, 1998).

Sedangkan jenis tumbuhan paku yang ditemukan dengan jumlah paling sedikit adalah *Lepisorus excavatus* (Bory ex Wild.) Ching. Karakteristik paku *Lepisorus excavatus* (Bory

ex Wild.) Ching yang ditemukan tumbuh di bebatuan, memiliki rimpang, susunan daunnya tunggal dengan tangkai pendek hingga panjang, lamina berbentuk lanset hingga linier, dan terdapat sorus cokelat berbentuk bulat terletak di permukaan bawah daun (Mokoso dan Diggelen, 2017). *Pteris grandifolia* juga memiliki jumlah sedikit dengan karakteristik ditemukan tumbuh di tanah lembab dan pinggir sungai, stipe dan tangkai daun berwarna cokelat, memiliki daun menyirip, berwarna hijau tua dan mengkilat, berbentuk lonjong-memanjang, tepi daun rata, dan ujung runcing, serta akar serabut.

Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor abiotik yang dapat mempengaruhi jumlah jenis tumbuhan paku. Tempat yang semakin tinggi maka akan semakin menurun jumlah jenis tumbuhan paku. Hal tersebut terjadi karena terdapat beberapa faktor lingkungan lainnya yang juga berubah atau berbeda. Tumbuhan paku yang tumbuh mengalami adaptasi terhadap lingkungan yang ditempatinya. Berkurangnya jenis tumbuhan paku pada tempat yang tinggi dimana hanya satu atau dua jenis yang dapat tumbuh secara dominan disebabkan karena kondisi lingkungan yang ekstrim. Intensitas cahaya dan kecepatan angin yang tinggi juga dapat dipengaruhi oleh ketinggian tempat yang berhubungan dengan sedikitnya jumlah pohon sebagai naungan. Kondisi tersebut dapat menyebabkan hanya beberapa jenis tumbuhan paku saja yang dapat tumbuh (Sianturi dkk., 2020). Jumlah jenis tumbuhan paku berkurang atau menjadi dominan dengan semakin tinggi atau rendah suatu tempat serta faktor lingkungan lainnya yang kurang atau melebihi batas optimal.

Identifikasi Letak dan Posisi Sorus Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku yang telah ditemukan pada hasil pengamatan memiliki letak dan bentuk yang berbeda setiap jenisnya. Perbedaan sorus dapat dijadikan acuan dalam klasifikasi tumbuhan paku. Paku kelas Polypodiopsida mayoritas memiliki letak dan posisi sorus di permukaan bawah daun. Berdasarkan hasil data yang ditemukan dapat dilihat pada Tabel 4. Berikut.

Tabel 4. Identifikasi Letak dan Posisi Sorus Tumbuhan Paku

No.	Nama Tumbuhan Paku	Bentuk Sorus	Letak dan Posisi Sorus	Ketinggian
1.	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	Linier	Di sepanjang tepi permukaan bawah daun	Rendah, Sedang,

No.	Nama Tumbuhan Paku	Bentuk Sorus	Letak dan Posisi Sorus	Ketinggian dan Tinggi
2.	<i>Adiantum lunulatum</i> Burm. f.	Memanjang	Tertutup oleh tepi daun yang melipat daun membuka ke dalam	
3.	<i>Christella dentata</i> (Forssk.) Brownsey & Jermy	Bulat	Permukaan bawah daun yang tersusun dua baris di setiap lekukan	
4.	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	Bulat	Permukaan bawah daun	
5.	<i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Sw.	Bulat	Tepi lekukan di permukaan bawah daun	
6.	<i>Diplazium dilatatum</i> Blume	Linier	Permukaan bawah daun	
7.	<i>Lepisorus excavatus</i> (Bory ex Wild.) Ching	Bulat	Permukaan bawah daun, 2/3 bagian atas lamina	
8.	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	Bulat	Permukaan bawah daun	
9.	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Lunulate	Permukaan bawah daun	
10.	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl	Lunulate	Tepi-tengah permukaan bawah daun	
11.	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	Bulat	Permukaan bawah daun, tersebar merata di setiap urat-urat daun	
12.	<i>Pteris fauriei</i>	Memanjang	Setiap lekukan permukaan bawah daun	
13.	<i>Pteris grandifolia</i> L.	Bulat	Permukaan bawah daun	
14.	<i>Pteris vittata</i> L.	Memanjang	Sepanjang tepi permukaan bawah daun	
15.	<i>Thelypteris ovata</i> R. P. St. John	Bulat	Setiap lekukan tepi permukaan bawah daun	

Hasil pengamatan tersebut dapat disimpulkan bahwa semua sorus setiap tumbuhan paku Polypodiopsida yang ditemukan terletak pada permukaan bawah

daun baik di tepi atau di urat-urat daun dengan bentuk bulat, memanjang atau linier. Selain itu, memiliki letak dan posisi sorus yang sama pada setiap jenis tumbuhan paku di ketinggian berbeda (Gambar 1).





Gambar 1. Letak dan posisi sorus (a) *Adiantum lunulatum* Burm. f.; (b) *Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermy; (c) *Diplazium dilatatum* Blume; (d) *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.; (e) *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott; (f) *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.; (g) *Pteris vittata* (L.); (h) *Pteris fauriei*; dan (i) *Thelypteris ovata* R.P. St. John.

Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Mardiyah (2016) bahwa sorus pada setiap tumbuhan paku memiliki letak dan bentuk yang berbeda-beda. Bentuk-bentuk sorus antara lain garis atau linier, bulat, dan memanjang serta letaknya pada tepi daun, dekat tepi daun, atau urat-urat daun. Selain letak dan bentuk, warna sorus juga dapat dijadikan perbedaan. Kebanyakan hasil pengamatan sorus berwarna putih ketika masih muda dan akan berubah menjadi cokelat saat tua atau matang. Warna sorus dapat dipengaruhi oleh kualitas udara yang berasal dari kendaraan, hasil pembakaran, atau pabrik. Udara tersebut mengandung senyawa kimia dimana akan terserap oleh daun tumbuhan paku. Penyerapan yang tinggi akan menyebabkan adanya perubahan organ pada daun salah satunya yaitu perubahan warna sorus tumbuhan paku yang bervariasi. Pecahnya sorus pada tumbuhan paku dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Hal ini juga mempengaruhi proses penyebaran spora masing-masing tumbuhan paku. Berdasarkan hasil penelitian, tumbuhan paku (*Pteridophyta*) kelas Polypodiopsida di setiap ketinggian menyukai suhu dan kelembapan udara yang cenderung normal, pH asam, dan intensitas cahaya yang tinggi.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Terdapat 15 spesies tumbuhan paku (*Pteridophyta*) kelas Polypodiopsida yang ditemukan di beberapa kawasan Kabupaten Bondowoso dengan ketinggian berbeda. Setiap spesies memiliki letak dan posisi sorus yang berbeda namun terlihat sama pada ketinggian rendah, sedang, dan tinggi. Spesies yang mendominasi adalah *Pteris vittata* di dataran

rendah dan sedang, serta *Diplazium dilatatum* di dataran tinggi.

Saran

Bagi peneliti lain dapat melakukan penelitian lebih lanjut dengan jenis tumbuhan atau karakteristik yang berbeda. Sebaiknya memahami cara kerja, penggunaan, dan kondisi alat yang akan digunakan terutama untuk pengukuran faktor abiotik. Melakukan identifikasi segera sebelum tumbuhan paku layu serta mengambil gambar lebih rinci dan detail.

Daftar Pustaka

- Chao, Y. S., Ebihara, A., Chiou, W. L., & Huang, Y. M. (2017). *Pteris latipinna* sp. nov. (Pteridaceae), a new species segregated from *Pteris fauriei*. *PhytoKeys*, 108(85), 95–108.
- Chao, Y. S., Chiou, W. L., Ebihara, A., Hsu, T. C., Chang, Y. H., & Lin, C. Y. (2021). Taxonomic and nomenclatural novelties in the *pteris fauriei* group (Pteridaceae). *Taiwania*, 66(3), 307–316.
- Hasanah, F. N. (2020). Keanekaragaman dan Kemelimpahan Tumbuhan Paku di Cagar Alam Donoloyo sebagai Bahan Pengembangan Multimedia Interaktif Biologi di SMA. *Journal of Biology Learning*, 2(2), 104. <https://doi.org/10.32585/jbl.v2i2.1264>
- Hasanuddin & Mulyadi. (2014). *Botani Tumbuhan Rendah*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Hidayah, N., Julita, T., Melvinasari, M. W., Dwianoto, G., Ristanto, R. H., & Sigit, D. V. (2021). Identifikasi

- Pteridophyta di Hutan Kota Jakarta, Indonesia. *Proceeding of Biology Education*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.21009/pbe.4-1.1>
- Imaniar, R., Pujiastuti, P., & Murdiah, S. (2017). Identifikasi Keanekaragaman Tumbuhan Paku Di Kawasan Air Terjun Kapas Biru Kecamatan Pronojiwo Kabupaten Lumajang Serta Pemanfaatannya Sebagai Booklet. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(3), 337–345. <https://doi.org/10.24114/jpb.v6i3.7901>
- Luckita, S., Wardianti, Y., Triyanti, M., Program, A., Pendidikan, S., Studi, P., Biologi, P., Studi, P., & Biologi, P. (2021). Inventarisasi tumbuhan paku (Pteridophyta) di Air Terjun Satan Muara Beliti Baru Kabupaten Musi Rawas. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 13(2), 1–7. <https://doi.org/10.25134/quagga.v13i2.3720>. Received
- Mardiyah, A., Hasanuddin, & Eriawati. (2016). Karakteristik warna sorus tumbuhan paku di kawasan gunung paroy kecamatan lhoong kabupaten aceh besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2016*, 220–228.
- Masykur., Syahputra, A. R., Amalia, Rasnovi, S., & Irvianty. (2019). Pteridophyta di Kawasan Hutan Lindung Desa Lam Badeuk, Aceh Besar. *Jurnal Bioleuser*, 3(3), 51–54.
- Mokoso, M. J. D. D., & Diggelen, R. Van. (2017). *Biosciences and Plant Biology Two New Species of Loxogramme and Lepisorus (Polypodiaceae): Endemic*. 4(4), 61–74.
- Nuzalifa, Y. U., Hastuti, U. S., & Sueb, S. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Booklet Penyuluhan tentang Pembuatan Nata de Melon bagi Masyarakat Petani. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(3), 317. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i3.12082>
- Orchard. A. E. (1998). *Flora of Australia Volume 48, Ferns, Gymnosperms and Allied Groups*. Melbourne: ABRS/CSIRO Australia.
- Panjaitan, R. G. P., Titin, T., & Wahyuni, E. S. (2021). Kelayakan Booklet Inventarisasi Tumbuhan Berkhasiat Obat sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 11–21. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.17966>
- Prado, J., Smith-Braga, N., Hirai, R.Y., Dittrich, V.A.O., Link-Perez, M., Schuettpelz, E., Della, A.P., Schwartsburd, P.B., Lima, L.V., Gasper, A.L., Ponce, M.M., Oliveira, A.G.S., Miranda, C.V., Pena, N.T.L. (2020). *Pteridaceae in Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Pramudita, I., Triyanti, M., & Wardianti, Y. (2021). Keanekaragaman Tumbuhan Paku Di Bukit Botak Kabupaten Musi Rawas Sumatera Selatan. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 4(1), 19–25. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v4i1.1309>
- Rahmatih, A. N., Yuniastuti, A., & Susanti, R. (2018). Pengembangan booklet berdasarkan kajian potensi dan masalah lokal sebagai suplemen bahan ajar SMK Pertanian. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek Ke-3. *SNPBS III*, 474–481.
- Rahmi, D., & Sumarmin, R. (2021). Pengujian validitas booklet bernuansa spiritual pada materi virus untuk peserta didik kelas X SMA/MA. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 5(2), 234–241.
- Rizky, H., Primasari, R., Kurniasih, Y., & Vivanti, D. (2019). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku Terrestrial Di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (Khdtk) Banten. *BIOSFER: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 3(1). <https://doi.org/10.23969/biosfer.v4i1.1357>
- Sianturi, A. S. R., Retnoningsih, A., & Ridlo, S. (2020). *Eksplorasi Tumbuhan Paku Pteridophyta di Wilayah Ketinggian yang Berbeda*. Semarang: LPPM Universitas Negeri Semarang.
- Smith, A. R., K. M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider, and P. G. Wolf. 2006. A Classification for Extant Ferns. *TAXON*. 55(3): 705–731.

- Tarakanita, D., Satriadi, T., & Jauhari, A. (2019). Potensi keberadaan fitokimia kamalaka (*Phyllanthus emblica*) tempat tumbuh berdasarkan perbedaan ketinggian. *Jurnal Sylva Scientiae*, 02(4), 645–654.
- <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/jss/article/view/1845>
- Tjitrosoepomo, G. (2014). *Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.