

**KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN LUMUT
(*BRYOPHYTA*) DI JALUR PENDAKIAN GUNUNG PENANGGUNGAN
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh :
Firman Firdaus
NIM. 16620050



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN LUMUT
(*BRYOPHYTA*) DI JALUR PENDAKIAN GUNUNG PENANGGUNGAN
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**OLEH:
FIRMAN FIRDAUS
NIM. 16620050**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
dalam Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

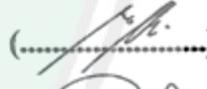
**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN LUMUT
(BRYOPHYTA) DI JALUR PENDAKIAN GUNUNG PENANGGUNGAN
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh :
Firman Firdaus
NIM. 16620050

Telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 23 Desember 2020

Penguji Utama	: Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. NIP. 197403252003121001	
Ketua Penguji	: Didik Wahyudi, M. Si NIP. 198601022018011001	
Sekretaris Penguji	: Muhammad Asmuni Hasyim, M. Si NIDT. 19870522201802011232	
Anggota Penguji	: Oky Bagas Prasetyo, M.Pd NIDT.19890113201802011244	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.
NIP. 197410182003122002



**KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN LUMUT
(BRYOPHYTA) DI JALUR PENDAKIAN GUNUNG PENANGGUNGAN,
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh :

Firman Firdaus

NIM. 16620050

Telah disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Muhammad Asmuni Hasvim, M. Si
NIDT. 19870522201802011232


Oky Bagas Prasetyo, M. PDi
NIDT. 19890113201802011244

Tanggal, Desember 2020

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.
NIP. 197410182003122002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengharap ridho Allah Subhanahu Wa Ta'Ala di bawah naungan rahmat dan hidayahNya, sebuah karya yang begitu sederhana ini kupersembahkan untuk orang-orang spesial, terkhusus bagi kedua orang tua penulis yaitu Bapak Mustofa dan Ibu Ninis Mujayati yang senantiasa memberikan dukungan dan doa yang tiada hentinya demi keberhasilan penulis. Teruntuk adik penulis juga Nadia Rahma yang juga senantiasa menghibur di kala susah saat mengerjakan skripsi ini di rumah. Terima kasih juga kepada teman-teman Biologi 2016 yang banyak memberikan pengalaman berharga bagi penulis, terkhusus untuk Keluarga Besar Biologi B (KB3) yang telah bersama-sama dari awal pertemuan hingga di akhir pertemuan, dengan suka duka yang yang tak terlupakan pastinya.

Tidak lupa ucapan terima kasih penulis ucapkan pada rekan-rekan Pondok Pesantren Al-Jans yang telah membimbing penulis hingga menjadi orang yang mengerti akan betapa pentingnya untuk selalu bersyukur pada setiap keadaan, melatih fisik hingga mental yang tidak lain untuk kebaikan semua warga pondok. Terakhir untuk Almamater tercinta, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk dapat menimba ilmu di Jurusan Biologi, yang telah memberikan banyak pelajaran baik dari segi materi ataupun dalam hal kehidupan.

MOTTO

اجْهَدْ وَلَا تَكْسَلْ وَلَا تَكُ غَافِلًا فَنَدَامَةُ الْعُقْبَى لِمَنْ يَتَكَاسَلُ

“Bersungguh-sungguhlah, jangan bermalas-malasan, dan jangan pula lengah, karena penyesalan itu akibat bagi orang yang bermalas-malasan”



PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firman Firdaus
NIM : 16620050
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Keanekaragaman dan Pola Distribusi Tumbuhan Lumut
(*Bryophyta*) di Jalur Pendakian Gunung Penanggungan
Jawa Timur

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian ini tidak terdapat unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka. Apabila pernyataan hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk bertanggungjawab serta diproses sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Malang, 7 Desember 2020

Yang Membuat Pernyataan



Firman Firdaus

NIM.16620050

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah memberikan nikmat berupa rahmat, taufiq serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan sebaik-baiknya. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wasallam*, para sahabat, keluarga dan pengikut-Nya yang taat kepada ajaran agama-Nya, yang telah rela berkorban untuk mengeluarkan manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang diridhoi oleh Allah Subhanahu Wa Ta'ala yaitu ajaran agama islam.

Alhamdulillah berkat taufiq serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Keanekaragaman dan Pola Distribusi Tumbuhan Lumut (Bryophyta) di Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur**”. Dalam proses penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan dan bantuan, serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis haturkan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P Selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si, selaku dosen pembimbing biologi penulis yang telah memberikan banyak waktu, bimbingan, serta arahan hingga dapat terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
5. Oky Bagas Prasetyo, M.Pd. selaku dosen pembimbing integrasi sains dan islam yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing penulis tentang sains dan perspektif agama islam.

6. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P dan Didik Wahyudi M.Si selaku dosen penguji yang memberikan masukan serta saran terkait pengerjaan skripsi penulis hingga terselesaikan dengan baik.
7. Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd, selaku dosen wali yang telah memberikan banyak saran serta motivasi selama perkuliahan dan perwalian.
8. Seluruh Dosen, Laboran dan Staff Administrasi Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu serta pengalamannya kepada penulis selama studi.
9. Kedua orang tua penulis Bapak Mustofa dan Ibu Ninis Mujayati, serta keluarga yang selalu memberikan doa dan restu kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini
10. Segenap teman-teman Biologi angkatan 2016 yang telah memberikan pengalaman dan waktu yang sangat berharga bagi penulis untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
11. Teman-teman (KB3) Keluarga Besar Biologi B yang selalu memberi semangat antar sesama, bahu membahu ikut menemani dalam penelitian, dan memberi pengalaman bagi penulis untuk mengemban amanah menjadi ketua kelas selama 3 tahun.
12. Teman-teman Pondok Pesantren Al-Jans yang selalu memberikan dukungan dan pengalaman yang sangat berharga kepada penulis, menemani penulis dalam pengambilan data skripsi, dan saling support satu sama lain dalam hal kebaikan.
13. Semua pihak yang terlibat dalam memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bantuan yang tulus dari berbagai pihak, mendapatkan imbalan yang setimpal dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan baik dalam penulisan atau pokok bahasannya, untuk itu dengan hati yang terbuka penulis selalu menerima kritikan dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini. Dengan

mengucap *Alhamdulillah* *rabbi 'alamin*, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan juga bagi para pembaca pada umumnya, untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan pendidikan di masa depan.

Malang, 7 Desember 2020

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUT	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
مستخلص البحث	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan	8
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Manfaat	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Konsep Keanekaragaman	10
2.2 Lumut (<i>Bryophyta</i>)	11
2.2.1 Morfologi Tumbuhan Lumut (<i>Bryophyta</i>)	12
2.2.2 Siklus Hidup Tumbuhan Lumut	15
2.2.3 Klasifikasi Tumbuhan Lumut	17

2.2.4 Ekologi Tumbuhan Lumut	25
2.2.5 Peranan Tumbuhan Lumut	26
2.3 Konsep Pola Distribusi	27
2.4 Gunung Penanggungan	28
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Rancangan Penelitian.....	31
3.2 Waktu dan Tempat.....	31
3.3 Alat dan Bahan	32
3.3.1 Alat.....	32
3.3.2 Bahan.....	32
3.4 Prosedur Penelitian	32
3.4.1 Penentuan Lokasi Penelitian	32
3.4.2 Pengambilan Sampel	33
3.5 Identifikasi Lumut	35
3.6 Analisis Data.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Identifikasi Lumut (<i>Bryophyta</i>).....	39
4.1.1 Jalur Tamiajeng (Sisi Selatan).....	39
4.1.2 Jalur Kunjorowesi (Sisi Utara).....	51
4.1.3 Jalur Jolotundo (Sisi Barat).....	64
4.2 Jenis Tumbuhan Lumut yang Terdapat di Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur	71
4.3 Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Lumut di Tiga Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur	74
4.4 Persebaran Tumbuhan Lumut pada Berbagai Tipe Substrat di Gunung Penanggungan Jawa Timur.....	77
4.5 Pola Distribusi Tumbuhan Lumut di Tiga Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur	79
4.6 Keanekaragaman Tumbuhan Lumut dalam Perspektif Islam.....	82
BAB V PENUTUP.....	88
5.1 Kesimpulan	88

5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN.....	96



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jenis-Jenis Tumbuhan Lumut yang Ditemukan di Gunung Penanggungan, Jawa Timur.....	72
Tabel 4.2 Nilai Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Lumut di Tiga Jalur Pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur	75
Tabel 4.3 Pola Distribusi Tumbuhan Lumut di Jalur Pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur.....	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Tumbuhan Lumut (<i>Bryophyta</i>)	13
Gambar 2.2 Metagenesis tumbuhan lumut.....	16
Gambar 2.3 Metagenesis tumbuhan lumut secara seksual.....	17
Gambar 2.4 Lumut hati (<i>Dumortiera hirsuta</i>)	18
Gambar 2.5 Bangsa <i>Marchantiales</i> , <i>Marchantia polymorpha</i>	19
Gambar 2.6 Bangsa <i>Jungermaniales</i> , <i>Pellia epiphylla</i>	20
Gambar 2.7 Lumut tanduk (<i>Anthoceros punctatus</i>).....	21
Gambar 2.8 Lumut sejati.....	22
Gambar 2.9 Bangsa <i>Andreaeales</i> , <i>Andrea rothii</i>	23
Gambar 2.10 Lumut bangsa <i>Sphagnales</i> , <i>Sphagnum fimbriatum</i>	24
Gambar 2.11 Bangsa <i>Bryales</i> , <i>Bryum cellulare</i>	24
Gambar 2.12 Gunung Penanggungan	29
Gambar 2.13 Gunung Penanggungan	29
Gambar 3.1 Jalur pengambilan sampel lumut di Gunung Penanggungan	33
Gambar 3.2 Desain plot pengamatan lumut terrestrial di setiap stasiun	34
Gambar 3.3 Desain plot pengamatan lumut arboreal (A), Ukurann plot sampling pada tiap pohon (B)	35
Gambar 4.1 <i>Notothylas javanicus</i>	40
Gambar 4.2 <i>Orthotrichum lyellii</i>	41
Gambar 4.3 <i>Fissidens dubbius</i>	43
Gambar 4.5 <i>Lopholejeunea</i> sp.....	44
Gambar 4.6 <i>Octoblepharum albidum</i>	45
Gambar 4.7 <i>Anthoceros</i> sp.....	47
Gambar 4.8 <i>Asterella marginata</i>	48
Gambar 4.9 <i>Pohlia camptotrachela</i>	49
Gambar 4.9 <i>Gongylanthus indicus</i>	51
Gambar 4.10 <i>Barbula indica</i>	52
Gambar 4.11 <i>Rhytidiadelphus</i> sp.	53
Gambar 4.12 <i>Fissidens viridulus</i>	55

Gambar 4.13 <i>Fissidens</i> sp.	57
Gambar 4.14 <i>Dumortiera hirsuta</i>	58
Gambar 4.15 <i>Ectropothecium</i> sp.....	59
Gambar 4.16 <i>Isopterygium</i> sp.	61
Gambar 4.17 <i>Marchantia paleacea</i>	62
Gambar 4.18 <i>Hyophila involuta</i>	63
Gambar 4.19 <i>Leucobryum glaucum</i>	65
Gambar 4.20 <i>Ectropothecium falciforme</i>	66
Gambar 4.21 <i>Marchantia treubii</i>	68
Gambar 4.22 <i>Bryum capillare</i>	69
Gambar 4.23 <i>Cyathodium smaragdinum</i>	71
Gambar 4.24 Sebaran Tumbuhan Lumut Berdasarkan Tipe Substrat pada Tiap Divisi di Gunung Penanggungan, Jawa Timur.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Penelitian.....	96
Lampiran 1. Nilai Indeks Keanekaragaman.....	101
Lampiran 2. Data Pola Distribusi Tumbuhan Lumut.....	102
Lampiran 3. Jalur Pendakian Gunung Penanggungan	108



Keanekaragaman dan Pola Distribusi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) di Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur

Firdaus, Firman., M. Asmuni Hasyim, M.Si dan Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.

ABSTRAK

Tumbuhan lumut (*Bryophyta*) merupakan salah satu golongan tumbuhan rendah yang belum banyak tergali dan dilaporkan di Indonesia. Lumut memainkan peranan penting dalam siklus hara hutan, keseimbangan air, dan tempat bersarang bagi organisme lain. Tumbuhan ini dapat hidup di berbagai substrat seperti kayu lapuk, serasah, batang pohon, batu dan daun yang memiliki kondisi lembab. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis lumut dan pola persebarannya di Gunung Penanggungan. Metode yang digunakan adalah metode jelajah di setiap jalur pendakian dan sampling dilakukan di sebelah kanan dan kiri jalur dengan plot ukuran 30x30 m² untuk setiap jenis lumut terrestrial dan arboreal. Keanekaragaman tumbuhan lumut dihitung menggunakan Indeks Keanekaragaman Shanon-Wiener (\hat{H}) dan pola distribusi lumut dihitung menggunakan Indeks Morisita (Id) serta di uji lanjut dengan uji Chi-Square (X^2_{hitung}). Hasil penelitian ini ditemukan 16 famili lumut dengan 23 spesies berbeda. Tumbuhan lumut paling banyak ditemukan berasal dari kelas Bryopsida dengan jumlah 14 jenis, kelas Marchantiopsida berjumlah 7 jenis, dan paling sedikit dari kelas Anthocerotopsida berjumlah 2 jenis. Nilai Indeks Keanekaragaman (\hat{H}) lumut diperoleh sebesar (J. Tamiajeng = 1,97, J. Kunjorowesi = 1,44 & J. Jolotundo = 1,36) dengan kategori sedang., sedangkan nilai Indeks Morisita (Id) lumut sebesar 4,16-66,33 serta nilai (X^2_{hitung}) sebesar 49-1673,4 dengan pola distribusi seragam dan mengelompok.

Kata kunci: *Keanekaragaman, Pola Distribusi, Bryophyta, Gunung Penanggungan*

Diversity and Distribution Pattern of Moss (*Bryophyte*) in Hiking Trails of Mount Penanggungan East Java.

Firdaus, Firman., M. Asmuni Hasyim, M.Si dan Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.

ABSTRACT

Bryophytes are one of the lower types of plants that have not been explored and reported much in Indonesia. Mosses play an important role in the forest nutrient cycle, water balance, and nesting sites for other organisms. This plant can live in various substrates such as weathered wood, litter, tree trunks, rocks and leaves which have moist conditions. The purpose of this study was to determine the types of moss and their distribution patterns in Mount Penanggungan. The method used is the roaming method in each climbing route and sampling is carried out on the right and left of the path with a plot size of 30x30 m² for each type of terrestrial and arboreal moss. The diversity of mosses was calculated using the Shannon-Wiener Diversity Index (\hat{H}) and the distribution pattern of mosses was calculated using the Morisita Index (Id) and further tested with the Chi-Square test (X^2_{hitung}). The results of this study found 16 moss families with 23 different species. Most mosses were found from the Bryopsida class with 14 species, 7 Marchantiopsida species, and the least from the Anthocerotopsida class with 2 species. The diversity index value (\hat{H}) of moss was obtained at (Tamiajeng= 1.97, Kunjorowesi= 1.44 & Jolotundo= 1.36) in the medium category, while the Morisita Index (Id) value of moss was 4, 16-66.33 and the value (X^2_{hitung}) is 49-1673.4 with a uniform and grouped distribution pattern.

Keywords: *Diversity, Distribution Pattern, Bryophyta, Mount Penanggungan*

التنوع وأنماط التوزيع لنبات الطحلب (*Bryophyta*) في طريق تسلق الجبال بينانغونجان بجاوة الشرقية

فيردوس، فيرمانو، محمد أسموني هشيم الماجستير، أوكي باجاس براسيتيو الماجستير

مستخلص البحث

نبات الطحلب هي واحدة من فئة النباتات ال سلفية التي لم يتم استكشافها والإبلاغ عنها بشكل كثير في إندونيسيا. ولها دور مهم في دورة مغذيات الغابة، وتوازن المياه، مع كونها مواقع الكائنات الحية الأخرى. تقدر الطحلب أن تعيش في ركائز مختلفة مثل الخشب البالية، والقمامة، وجذوع الأشجار، والصخور والأوراق مع الظروف الرطبة. يهدف هذا البحث إلى تحديد أنواع الطحالب وأنماط توزيعها في جبل بينانغونجان. طريقة البحث المستخدمة هي طريقة التجوال في كل طرق تسلق، ويتم أخذ العينات على يمين الطريق ويساره بحجم قطعة أرض تبلغ 30×30 م² لكل نوع من الطحالب الأرضية والشجرية. يتم تحديد الطحلب باستخدام الكتب المتعلقة مع مجلات البحث العلمي الموثوقة. تم حساب تنوع الطحالب باستخدام مؤشر تنوع شانون وينر (\hat{H}) وتم حساب نمط توزيع الطحالب باستخدام مؤشر ($Morisita\ Id$) واختباره مرة أخرى باستخدام اختبار Chi-Square (عدد X^2). ووجدت نتائج هذه الدراسة 16 فصيلة من الطحالب تضم 23 نوعًا مختلفًا. معظم الطحالب التي تم العثور عليها جاءت من فئة Bryopsida مع 14 نوعًا، 7 Marchantiopsida، والأقل من فئة Anthocerotopsida مع نوعين. تم الحصول على قيمة مؤشر التنوع (\hat{H}) للطحلب بواسطة ($J. Tamajeng = 1.97$ & $J. Kunjorowesi = 1.44$ ، بينما كانت قيمة مؤشر ($Morisita\ Id$) للطحلب 4، 16-66.33 والقيمة (عدد X^2) هي 49-1673.4 بنمط توزيع موحد ومجمع.

الكلمات الرئيسية: التنوع، أنماط التوزيع، *Bryophyta*، جبل بينانغونجان

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara yang dijuluki sebagai negara *mega-biodiversity* karena memiliki hutan hujan tropis terbesar di dunia (Achmaliadi dkk., 2001). Hutan hujan tropis yang terbentang di sepanjang garis khatulistiwa, memiliki aspek penting dalam keberagaman spesies ataupun proses yang berlangsung di dalamnya. Hal itulah yang menjadikan Indonesia memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi (Sporn, 2009). Meskipun keanekaragaman hayati di Indonesia bisa dikatakan cukup tinggi, namun sebanyak 30% tanaman dan 90% hewan di Indonesia diperkirakan belum didata secara lengkap dan akurat serta belum adanya dokumentasi secara ilmiah (Setyobudi, 2017).

Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki berbagai macam tumbuhan yang memiliki bentuk dan ukuran yang sangat bervariasi. Perbedaan tersebut dapat terlihat dari bagian luar (morfologi) ataupun dari bagian dalam (anatomi). Misalnya terdapat beberapa tumbuhan yang mempunyai jaringan pembuluh dan terdapat beberapa persen tumbuhan yang belum memiliki jaringan pembuluh yang sempurna. Kendati demikian, keduanya tetap digolongkan sebagai satu kerajaan yakni kerajaan tumbuhan (*plantae*) (Fajriah, 2018). Adapun salah satu tumbuhan berukuran kecil dan belum memiliki jaringan pengangkut yakni dari golongan lumut (*Bryophyta*) (Hernandez dkk., 2019).

Lumut adalah golongan tumbuhan tingkat rendah yang belum memiliki jaringan vaskuler (pembuluh) layaknya tumbuhan tingkat tinggi (Kasiani dkk.,

2019). Lumut menduduki kelompok tumbuhan terbesar kedua dibawah tumbuhan tingkat tinggi. Terdapat sebanyak 18.000 jenis lumut dari berbagai kelas yang tersebar di seluruh belahan bumi, sedangkan di Indonesia memiliki bermacam-macam jenis lumut dengan kekayaan jenis sebesar 1500 yang tersebar di berbagai daerah (Damayanti, 2006).

Tumbuhan lumut (*Bryophyta*) dikategorikan sebagai salah satu bagian kecil dari dunia tumbuhan yang belum banyak tergali dan dilaporkan di Indonesia (Pasaribu dkk., 2018). Penelitian terkait lumut di Pulau Jawa sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Soderstrom (2010), namun publikasinya tergolong masih sangat sedikit dan tidak adanya teknik pengecekan secara modern terkait lumut yang telah ditemukan. Penelitian yang dilakukan oleh Soderstrom (2010) terkait keanekaragaman spesies lumut hati dan lumut tanduk yang ada di pulau jawa, bahwasannya telah ditemukan sebanyak 600 jenis spesies lumut. Namun dari jumlah tersebut, masih terdapat 479 spesies yang statusnya masih diragukan atau memiliki nama yang tidak valid (Ariyanti & Sulistijorini, 2011).

Bryophyta menjadi salah satu bagian penting di suatu daerah terutama di Indonesia yang memiliki hutan tropis dengan berbagai keanekaragaman hayati di dalamnya (Kasiani dkk., 2019). Lumut memainkan peranan penting dalam ekosistem hutan dan berdampak secara langsung terhadap komposisi air dan organisme yang mendiami area tersebut. Organisme yang mendiami area tersebut dipastikan akan membutuhkan cadangan air yang cukup untuk menunjang proses kehidupannya (Damayanti, 2006). Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman di dalam Al-Quran surat An-Nahl ayat 13:

وَمَا ذَرَأَ لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ ﴿١٣﴾

Artinya: “Dan dia (menundukkan pula) apa yang Dia ciptakan untuk kamu di bumi ini dengan berlain-lain macamnya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran (Q.S An-Nahl: 13) (Departemen Agama RI, 1993).

Al-Maraghi (1993) dalam *Terjemah Tafsir Al-Maraghi* menjelaskan bahwasannya Allah Subhanahu Wa Ta’ala berkuasa atas alam semesta ini dan menundukkan apa saja bagi makhluknya di bumi dengan berbagai kejadian yang menakjubkan. Kejadian tersebut misalnya diciptakannya hewan dan tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam jenis, ukuran, ciri khas dan manfaatnya. Sesungguhnya pada perkara tersebut terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang selalu mengingat akan kebesaran dan karunia yang telah Allah berikan kepada mereka, dan merekapun tunduk kepada-Nya terhadap apa yang Allah limpahkan kepadanya.

Lumut dalam bahasa arab diterjemahkan dengan kata (**طحلب**) yang berarti golongan tumbuhan tingkat rendah yang berasal dari golongan alga, ganggang dan lumut itu sendiri. Secara tekstual tumbuhan lumut (*bryophyta*) memang tidak disebutkan di dalam Al-Quran, karena sejatinya kitab suci Al-Quran bukanlah kitab sains (Muftikah, 2019). Kendati demikian, Al-Quran selalu memberikan gambaran berupa fenomena alam dan sebuah ciptaan yang selalu dihubungkan dengan hal-hal spiritual. Allah Subhanahu Wa Ta’ala hanya memberikan gambaran secara *universal* dan tidak menjelaskan secara detail dan saintifik, agar hal tersebut dapat menjadi pemantik dan petunjuk bagi manusia untuk berfikir menggunakan akal sehat yang telah Allah berikan kepada mereka. Apabila hal

tersebut direnungkan dan dipahami secara benar, maka akan mengantarkan bahwa kebenaran tertinggi hanyalah pada Allah semata. Seperti halnya Allah berfirman di dalam Al-Quran surat As-Syu'ara ayat 7 yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik” (Q.S As-Syu'ara:7) (Departemen Agama RI, 1993).

Surat As-Syu'ara ayat 7 menjelaskan bahwasannya Allah menciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan di alam semesta ini sebagai tanda kebesaran Allah terhadap umatnya. Menurut Shihab (2002) dalam *Tafsir Al-Misbah*, ayat tersebut juga mengajak kepada umat manusia untuk memperhatikan tanda-tanda kekuasaan Allah hingga batas kemampuannya yang mencakup seluruh area di permukaan bumi ini agar dapat diambil berbagai manfaat yang terkandung dalam tumbuhan tersebut. Berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang bermanfaat di dalam Al-Quran, bukan berasal dari golongan tumbuhan tingkat tinggi saja, namun dapat berasal dari golongan tumbuhan tingkat rendah seperti tumbuhan lumut.

Sebagaimana yang telah dijelaskan bahwasannya semua yang Allah ciptakan di seluruh alam semesta ini memiliki kegunaan dan manfaat masing-masing, dan hendaklah sebagai manusia untuk merenungkannya sebagai pendalaman ilmu dan sebagai tanda keimanan kepada Allah. Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman di dalam Al-Quran surat Ali Imran 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: “Sesungguhnya, dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang, terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal (190). (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka (191).” (QS. Ali-‘Imran: 190-191) (Departemen Agama RI, 1993).

Al-Maraghi (1993) menjelaskan tentang ayat 190 tersebut bahwa dalam tatanan langit dan bumi serta keindahan keajaiban-Nya juga dalam silih bergantinya siang dan malam secara teratur sepanjang tahun yang dapat kita rasakan langsung pengaruhnya pada tubuh kita dan cara berpikir kita karena pengaruh panas matahari, dinginnya malam, dan pengaruhnya yang ada pada dunia flora dan fauna merupakan tanda dan bukti yang menunjukkan ke-Esa-an Allah, kesempurnaan pengetahuan dan kekuasaan-Nya.

Lebih jelas M. Quraish Shihab (2002) dalam tafsir Al-Misbah mendefinisikan orang-orang yang mendalam pemahamannya dan berpikir tajam (*ulu al-albab*), yaitu orang yang berakal, orang-orang yang mau menggunakan pikirannya, mengambil faedah, hidayah, dan menggambarkan keagungan Allah. Salah satunya dengan mengambil pelajaran bahwasannya tumbuhan sekecil lumut ternyata memiliki banyak sekali manfaat baik dari segi ekologi ataupun kebermanfaatannya di bidang sosial, karena sejatinya ciptaan Allah di alam semesta ini tidak ada yang sia-sia.

Lumut dapat hidup di habitat dataran kering atau dataran tinggi seperti pegunungan, hutan hujan tropis, ataupun di perbukitan dengan kelembaban yang cukup. Agar dapat tumbuh dengan optimal, lumut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan khususnya lingkungan mikro seperti kelembaban, suhu, intensitas cahaya dan ketinggian tempat. Kelembaban udara rata-rata yang diperlukan lumut untuk menunjang proses kehidupannya berkisar 70–90% dan dapat dijumpai di wilayah dataran tinggi ataupun daerah pegunungan (Kasiani *et al.* 2019).

Salah satu gunung yang terletak di Jawa Timur dan berpotensi memiliki keberagaman tumbuhan lumut (*Bryophyta*) yakni Gunung Penanggungan, Jawa Timur. Gunung tersebut terletak di dua kabupaten yang berbeda yaitu Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Pasuruan dengan ketinggian (*altitude*) 1653 Mdpl (Paripurno *et al.* 2018). Rute atau jalur yang bisa ditempuh untuk sampai ke puncak yakni dapat melalui tiga jalur resmi yaitu, jalur Tamiajeng, jalur Kunjorowesi dan jalur Jolotundo. Masing-masing dari jalur tersebut memiliki kontur dan medan yang berbeda-beda serta memiliki vegetasi yang beragam di setiap jalurnya. Oleh karenanya sangat memungkinkan wilayah tersebut untuk pertumbuhan tumbuhan lumut. Hal tersebut sesuai dengan Tjitrosoepomo (1989) yang menyatakan bahwasannya lumut banyak dijumpai di dataran tinggi dibandingkan di dataran rendah. Salah satu alasannya adalah karena lumut menyukai tempat dengan kondisi lingkungan yang lembab dan biasanya ditemui di dataran tinggi.

Selain itu, faktor ketinggian atau sudut elevasi yang dimiliki oleh gunung Penanggungan sangat mendukung untuk pertumbuhan lumut. Hal tersebut di

dukung oleh pendapat Valente (2013) yang menyatakan bahwasannya tumbuhan lumut memiliki tingkat sensitifitas yang berbeda-beda tergantung pada ketinggian tempat atau elevasinya. Elevasi atau ketinggian suatu tempat dikategorikan menjadi empat zona yaitu, zona dataran rendah (*lowland*) pada ketinggian ≤ 400 m, zona *sub-montana* pada ketinggian 400-800 m, zona *lower-montane* pada ketinggian 800-1200 m, dan terakhir zona *upper-montane* pada ketinggian >1200 m. Keanekaragaman tumbuhan lumut (*Bryophyta*) juga cenderung meningkat seiring dengan ketinggian yang lebih tinggi (Valente, 2013).

Tujuan utama dilakukannya identifikasi dan inventarisasi terhadap tumbuhan lumut yakni untuk mengumpulkan data sebanyak-banyaknya terkait spesies lumut apa saja yang ditemukan beserta rekam jejaknya di alam, yang nantinya dapat digunakan untuk menentukan seberapa besar tingkat keanekaragamannya di alam (Tjitrosoepomo, 1996). Sementara itu kajian pola distribusi pada lumut penting untuk dilakukan, karena lumut juga membutuhkan ruang dan makanan untuk tumbuh dan berkembang di masa hidupnya dan akan berpengaruh terhadap lingkungan yang didiaminya (Mondia dkk., 2018). Oleh karenanya penelitian tentang keanekaragaman dan pola distribusi lumut perlu dilakukan di Gunung Penanggungan, karena kondisi geografis yang strategis untuk pertumbuhan lumut dan belum adanya penelitian mengenai lumut di kawasan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini diantaranya :

1. Apa jenis-jenis Tumbuhan lumut (*Bryophyta*) yang ditemukan di Gunung Penanggungan Jawa Timur?
2. Bagaimana tingkat keanekaragaman tumbuhan lumut (*Bryophyta*) di Gunung Penanggungan Jawa Timur?
3. Bagaimana pola distribusi tumbuhan lumut (*Bryophyta*) di Gunung Penanggungan Jawa Timur?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dilaksanakannya penelitian ini diantaranya :

1. Untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan lumut (*Bryophyta*) yang ditemukan di Gunung Penanggungan Jawa Timur.
2. Untuk mengetahui tingkat keanekaragaman tumbuhan lumut (*Bryophyta*) di Gunung Penanggungan Jawa Timur.
3. Untuk mengetahui pola distribusi tumbuhan lumut (*Bryophyta*) di Gunung Penanggungan Jawa Timur.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini diantaranya :

1. Penelitian ini dilakukan di tiga jalur pendakian Gunung Penanggungan yakni jalur Tamiajeng, jalur Jolotundo dan jalur Kunjorowesi.
2. Metode yang digunakan adalah deskriptif-eksploratif.

3. Lumut yang diambil merupakan lumut yang terdapat di lokasi plot sampling.
4. Faktor abiotik yang menjadi acuan untuk diukur yakni diantaranya suhu, intensitas cahaya dan kelembapan udara di lokasi sampling.
5. Identifikasi lumut menggunakan buku identifikasi lumut dan dicocokkan dengan kunci identifikasi serta beberapa literatur yang mendukung dan terpercaya.

1.5 Manfaat

1. Manfaat bagi siswa, mahasiswa ataupun masyarakat umum yakni dapat dijadikan sebagai referensi terkait lumut apa saja yang terdapat di kawasan Gunung Penanggungan Jawa Timur.
2. Dapat menjadi data pendukung bagi peneliti lainnya atau menambah acuan pustaka guna melanjutkan penelitian serupa dan lebih mendalam.
3. Dapat dijadikan sebagai sumber informasi ilmiah yang akurat bagi pemerintah daerah setempat ataupun pihak pengelola Gunung Penanggungan tentang jenis-jenis lumut yang ditemukan di Gunung Penanggungan, yang berguna untuk pemantauan terhadap kondisi ekologis dari berbagai aktifitas yang dilakukan oleh masyarakat ataupun pendaki.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Keanekaragaman

Keanekaragaman jika dilihat dari asal katanya berasal dari terjemahan kata "*biodiversity*" yang dalam bahasa Indonesia disebut dengan biodiversitas atau keanekaragaman (Kusmana, 2015). Konsep dalam keanekaragaman mengacu pada tingkatan variasi atau perbedaan dari berbagai karakter yang dimiliki oleh makhluk hidup. Keanekaragaman hayati sering digunakan dalam menjelaskan terkait dengan jumlah, variabilitas, variasi, maupun perbedaan yang dimiliki oleh organisme hidup (Ridhwan, 2012). Termasuk didalamnya kelimpahan dan keanekaragaman genetik relatif dari organisme-organisme yang berasal dari semua habitat baik yang ada di darat, laut maupun sistem-sistem perairan lainnya (Wati dkk., 2016). Oleh karenanya, secara hirarki keanekaragaman hayati dibagi menjadi tiga tingkatan yakni keanekaragaman tingkat gen, keanekaragaman tingkat spesies, dan keanekaragaman tingkat ekosistem (Tati, 2014).

Karakteristik suatu komunitas pada suatu lingkungan adalah pada keanekaragamannya (Kusmana, 2015). Jumlah spesies yang ada pada komunitas tertentu akan mempengaruhi tingkat keanekaragaman hayati di kawasan tersebut. Jika dalam komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies maka dapat dikatakan komunitas tersebut memiliki tingkat keanekaragaman spesies yang tinggi. Sebaliknya, jika dalam komunitas tersebut hanya terdapat sedikit spesies, maka dapat dikatakan tingkat keanekaragaman spesiesnya rendah (Kusmana, 2015). Manfaat mempelajari keanekaragaman adalah sebagai sumber pangan, papan,

kesehatan, sumber pendapatan, plasma nutfah, manfaat dari segi ekologi, manfaat dari aspek keilmuan dan manfaat estetika (Hasanuddin dan Mulyadi, 2015).

2.2 Lumut (*Bryophyta*)

Bryophyta jika dilihat dari asal katanya berasal dari kata *bryon* yang berarti lumut dan *phyton* yang berarti lembab atau basah, sehingga ketika digabungkan berarti tumbuhan yang hidup ditempat lembab atau basah (Lukitasari, 2018). Lumut merupakan tanaman non-vaskular yang tergolong dalam kelompok penyumbang tumbuhan terbesar setelah angiospermae dan memiliki sebaran geografis yang sangat luas (Pasaribu dkk., 2018). Tumbuhan ini dapat hidup di berbagai substrat seperti kayu yang sudah lapuk, serasah dedaunan, batang pohon, bebatuan dan daun yang memiliki kondisi lembab (Kasiani dkk., 2019).

Tumbuhan lumut dapat dikatakan memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi dalam dunia tumbuhan (Damayanti, 2006). Lumut menduduki kelompok tumbuhan terbesar kedua setelah tumbuhan berbunga dalam kerajaan tumbuhan (*plantae*). Diantara banyaknya jenis tumbuhan lumut tersebut, lumut daun merupakan spesies yang paling dominan dan beragam dengan kekayaan spesies sebesar 12.800 spesies (Gradstein & Costa, 2003). Diantara faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan lumut antara lain kelembaban, suhu, intensitas cahaya, oksigen dan kondisi substratnya (Tjitrosoepomo, 1991). Lumut memiliki tingkat toleransi terhadap lingkungan yang berbeda pada tiap spesiesnya. Pengaruh yang dapat langsung dirasakan dari adanya perbedaan toleransi

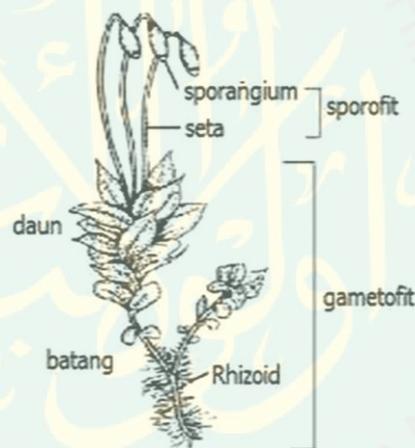
lingkungan tersebut antara lain dari tingkat adaptasi, pola penyebaran, dan komposisi jenis tumbuhan lumut (Mulyani dkk., 2015).

Lumut dalam sistem klasifikasi dibagi menjadi tiga kelas yakni dari golongan lumut hati (*Hepaticopsida*), lumut sejati (*Bryopsida*), dan lumut tanduk (*Anthocerotopsida*). Pengelompokan ketiga kelas tersebut masing-masing memiliki bangsa tersendiri. *Hepaticopsida* terdapat dua bangsa yakni *Marchantiales* dan *Jungermaniales*. *Bryopsida* terbagi menjadi tiga bangsa yakni *Andreaeales*, *Sphagnales*, dan *Bryales*. Sedangkan *Anthocerotopsida* hanya memiliki satu bangsa yakni *Anthocerothales* (Lukitasari, 2018).

2.2.1 Morfologi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

Lumut memiliki bentuk tubuh yang merupakan peralihan dari bentuk tumbuhan berthalus ke bentuk tumbuhan berkormus. Secara umum bentuk tubuh tumbuhan lumut relatif pendek, dengan tinggi berkisar antara 0,5-20 cm, dan mendiami area yang basah atau lembab. Tidak seperti tumbuhan tingkat tinggi, semua jenis lumut tidak memiliki akar, batang dan daun dengan bentuk yang sempurna (Lukitasari, 2018). Demikian juga, tumbuhan lumut dalam siklus hidupnya tidak memiliki bunga serta biji dan tidak memiliki struktur jaringan pengangkut *xylem* dan *floem* seperti yang biasa ditemui pada tumbuhan tingkat tinggi. Mereka hanya memiliki struktur yang mirip dengan akar untuk melangsungkan absorpsi serta transportasi air dan nutrisi bagi kebutuhan hidupnya (Rukhlani & Rubasinghe, 2013).

Terdapat beberapa spesies lumut yang memiliki struktur penahan layaknya akar (rhizoid) yang berfungsi untuk menyerap unsur hara yang terdapat pada substratnya. Lumut dari golongan *Bryopsida* memiliki banyak kemiripan dengan tumbuhan tinggi seperti memiliki akar, batang tegak dan daun sejati. Namun karena tidak memiliki pembuluh angkut, maka tidak bisa dikatakan tumbuhan sejati karena belum memiliki akar, batang dan daun yang sejati. Oleh karenanya salah satu hal yang membuat tubuh lumut berukuran kecil adalah dikarenakan lumut tidak memiliki jaringan pembuluh (Fuller & Carothers, 1994).



Gambar 2.1 Struktur Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) (Sumber: Lukitasari, 2018)

Berikut bagian morfologi luar dari tumbuhan lumut (Najmi, 2009):

a. Batang

Bagian batang lumut jika dilihat secara melintang dari bagian luar sampai ke dalam, maka urutannya :

1. Bagian terluar batang lumut terdapat sel epidermis dengan ketebalan satu lapis sel.

2. Dibawah jaringan epidermis terdapat jaringan korteks.
3. Jaringan dasar (parenkim) berbentuk memanjang.
4. Bagian paling tengah terdapat stele (silinder pusat) yang memiliki fungsi layaknya jaringan pembuluh pada tumbuhan tinggi.

b. Daun

Bagian yang menyerupai daun pada lumut terdiri atas selapis sel. Sel yang membentuk daun pada lumut memiliki bentuk yang kecil, dan memanjang, serta memiliki kloroplas yang terlihat seperti jala. Lumut memiliki bentuk daun yang bervariasi seperti oval, lanset, ataupun berbentuk seperti hati.

c. Rhizoid

Struktur yang menyerupai akar (rhizoid) terdiri atas selapis sel, terkadang jarak antara satu sekat dengan sekat yang lain tersusun secara tidak beraturan. Rhizoid pada lumut memiliki bentuk menyerupai benang-benang halus layaknya akar, yang berfungsi untuk menyerap unsur hara dan garam mineral pada substratnya.

d. Sporofit

Bagian-bagian pada sporofit terdiri atas :

1. Vaginula : Merupakan sisa dari arkegonium yang berbentuk seperti kaki.
2. Seta : Merupakan tangkai pada sporofit.
3. Apofisis : Bagian dari ujung seta yang mengalami pembesaran.
4. Sporangium : Merupakan kotak yang berisi spora dan terletak di bagian atas seta.
5. Kaliptra : Ujung sporofit yang berbentuk seperti tudung.

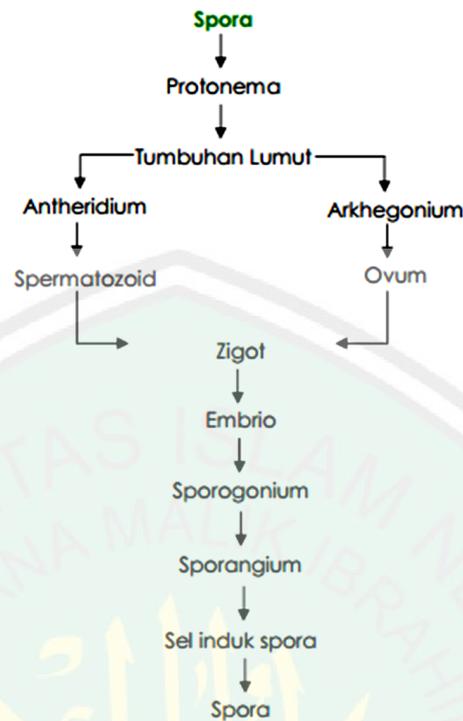
e. Gametofit

Gametofit pada lumut memiliki 2 bagian yaitu :

1. (Anteridium) penghasil sel kelamin jantan (sperma).
2. (Arkegonium) penghasil sel kelamin betina (sel telur).

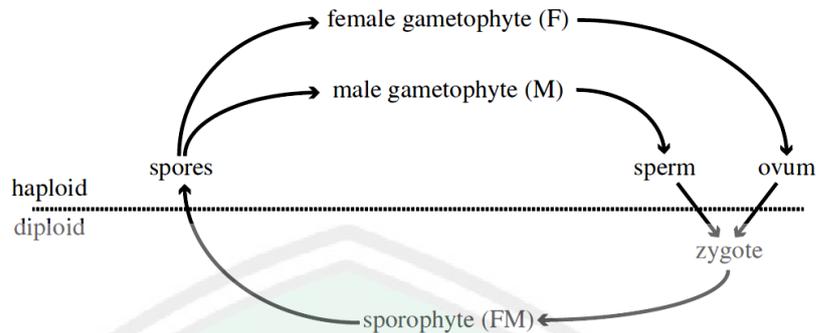
2.2.2 Siklus Hidup Tumbuhan Lumut

Pergiliran keturunan atau generasi pada lumut dikenal ada dua macam, yaitu generasi gametofit yang bersifat haploid (n) dan generasi sporofit yang bersifat diploid ($2n$). Kedua generasi tersebut sangat berbeda strukturnya sehingga daur hidup tumbuhan lumut termasuk dalam tipe *diplohaplontik hetermorf*. Talus gametofit (tumbuhan pembentuk gamet) berkembang ada yang berbentuk lembaran pipih dorsiventral, misalnya pada genus *Riccia*, *Marchantia*, dan *Anthoceros*. Kemudian terdapat juga talus yang menyerupai pohon kecil dikarenakan tersusun dari akar (rizhoid), batang (kauloida) dan daun (filoida). Sementara itu dari generasi sporofit (tumbuhan penghasil spora) berasal dari zigot hasil fertilisasi. Lumut memiliki mekanisme tersendiri dalam pelepasan spora, dan terdapat perbedaan antara jenis lumut antara jenis satu dengan yang lain (Sulisetijono, 2011).



Gambar 2.2 Metagenesis tumbuhan lumut (sumber : Najmi, 2009)

Tumbuhan lumut berkembang biak dengan dua cara, yaitu secara vegetatif dan gametik. Perkembangbiakan secara vegetatif diantaranya melalui fragmentasi, pembentukan tunas, apospori, inovasi, cabang adventif, pembentukan protonema sekunder, dan persisten apikal. Sedangkan perkembangbiakan secara gametik (seksual) bersifat oogami. Antheridium dan arkegonium ada yang dibentuk pada talus yang sama (homotalik/monocious), dan ada yang dibentuk pada talus yang berbeda (heterotalik/dioecious) (Sulisetijono, 2011).



Gambar 2.3 Metagenesis tumbuhan lumut secara seksual (Sumber : Haig, 2016)

Gametofit haploid multiseluler (gamet yang diproduksi oleh tanaman) menghasilkan gamet melalui proses mitosis. Pembuahan sel telur oleh sperma menghasilkan zigot dan berkembang menjadi (diploid sporofit) multiseluler. Setelah itu nantinya akan tumbuh menempel pada gametofit dan sangat bergantung pada nutrisi di sekitarnya. Sporofit menghasilkan spora haploid dari hasil proses meiosis yang nantinya akan menghasilkan gametofit baru. Perkembangbiakan secara seksual ini terbatas pada jarak tertentu, dimana sperma dapat menuju sel telur hanya dalam kisaran milimeter atau centimeter saja (Haig, 2016).

2.2.3 Klasifikasi Lumut

Lumut dalam sistem klasifikasi dibagi menjadi tiga kelas yakni dari golongan lumut hati (*Hepaticopsida*), lumut sejati (*Bryopsida*), dan lumut tanduk (*Anthocerotopsida*).

a. Lumut Hati (*Hepaticopsida*)

Disebut *Hepaticopsida* karena berasal dari nama latin “*Hepaticae*” yang berarti hati. Lumut ini jika dilihat berdasarkan bentuk gametofitnya maka bentuknya menyerupai sebuah hati, misalnya dari genus *Marchantia*. Lumut hati memiliki dua macam bentuk gametofit yakni ada yang berbentuk talus “*taloid*” dan ada yang berbentuk menyerupai daun atau disebut “*filoid*” (Campbell, 2008). Lumut hati dapat hidup di lingkungan yang basah atau kering seperti di kulit pohon, batu, ataupun diatas tanah (Tjitrosoepomo, 1989).

Lumut hati mempunyai struktur akar kecil (rhizoid) yang berfungsi untuk menyerap air dan unsur hara serta digunakan sebagai tempat menempel pada substrat. Lumut hati memiliki dua lobus pada bagian gametofitnya dan melekok menyerupai bentuk hati. Perkembangbiakan lumut hati dilakukan dengan dua cara yakni secara seksual dilakukan dengan cara oogami, dan secara nonseksual dilakukan dengan cara membentuk fragmen baru (fragmentasi), membentuk tunas dan kuncup eram. Lumut hati umumnya banyak ditemukan menempel di bebatuan, tanah, atau dinding yang lembab (Hasan & Ariyanti, 2004).



Gambar 2.4 Lumut hati (*Dumortiera hirsuta*) (Sumber : Hasmiati dkk., 2018)

Menurut Febrianti (2015) lumut hati digolongkan menjadi dua yakni:

1. Bangsa *Marchantiales*

Marchantiales memiliki ciri pada bagian bawah talus memiliki lapisan sel yang mirip menyerupai sebuah daun. Kemudian terdapat juga rhizoid dengan ukuran kecil yang berada di bawah talus dengan penebalan ke arah dalam, sehingga menimbulkan bentuk seperti bersekat-sekat namun tidak sempurna. Sedangkan pada bagian permukaan atas talus mempunyai lapisan lilin (kutikula), sehingga tidak dapat ditembus oleh air dan juga sebagai perlindungan untuk jaringan di dalamnya. Contoh lumut hati dari bangsa *Marchantiales* antara lain: *Marchantia stremanii*, *Marchantia polymorpha*, *Riccia fluitans*, dan *Riccia nutants* (Tjitrosoepomo, 1998).



Gambar 2.5 Bangsa *Marchantiales*, *Marchantia polymorpha* (Sumber : Glime, 2006)

2. *Jungermaniales*

Lumut pada kelas ini bentuknya tidak berbeda jauh dengan *Marchantia* pada kelas *Marchantiales*, diantaranya yakni talusnya berbentuk pita dengan lekukan ke arah dalam menyerupai garpu (Fajriah, 2018). Sebagian besar memiliki bagian yang mirip batang yang tumbuh secara dorsiventral dengan

percabangan yang banyak. *Jungermaniales* memiliki perkembangan gametofit yang sedikit berbeda jika dengan lumut hati biasanya. Perbedaan tersebut terletak pada arkegoniumnya yakni terdapat periketium seperti bunga. Contoh lumut hati dari bangsa *Jungermaniales* antara lain: *Calobryum mnioides* dan *Pellia epiphyllal* (Suhono, 2012).



Gambar 2.6 Bangsa *Jungermaniales*, *Pellia epiphyllal* (Sumber : Glime, 2006)

b. Lumut tanduk (*Anthocerotopsida*)

Nama lumut ini berasal dari bahasa Yunani “kerato” yang berarti tanduk. Hal tersebut mengacu pada bentuk sporofitnya yang berbentuk panjang dan runcing layaknya sebuah tanduk. Lumut tanduk hanya memiliki sporangium pada bagian sporofitnya dan tidak memiliki seta layaknya lumut hati dan lumut daun. Gametofit tumbuh secara horizontal dengan ukuran 1-2 cm dan dekat dengan permukaan substrat. Seringkali lumut tanduk dan sianobakter memiliki hubungan simbiosis dalam fiksasi nitrogen (Tjitrosoepomo, 1998)

Secara generatif proses perkembangbiakan lumut tanduk diawali jika lingkungan di sekitarnya cukup air. Sel-sel saluran leher dan perut akan melebur dan akan berisi lendir. Sel tersebut nantinya akan menyerap air sehingga

menggebu ng dan menekan sel sel penutup sehingga pecah atau lepas. Ketika sudah terbuka maka sperma masuk dan terjadi pembuahan sehingga dihasilkan zigot dari hasil fertilisasi tersebut. Zigot mengembang mengisi rongga perut arkegonium dan mensekresikan dinding sel. Zigot hasil pembuahan akan membelah vertikal sehingga terbentuk 4 sel. Sel hasil pembelahan tersebut akan berkembang menjadi struktur akar (rhizoid), gametofit dan sporofit pada lumut tanduk (Sulisetijono, 2011).



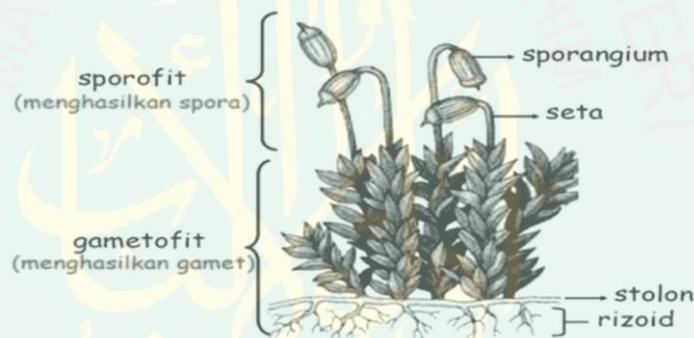
Gambar 2.7 Lumut tanduk (*Anthoceros punctatus*) (Sumber : Hasmiati dkk., 2018)

c. Lumut sejati (*Bryopsida*)

Lumut sejati memiliki kemiripan dengan tumbuhan tingkat tinggi dari segi morfologinya. Jika dilihat secara seksama maka akan tampak susuna seperti batang, daun dan akar yang menyerupai tumbuhan tinggi namun dalam ukuran kecil. Lumut sejati berjumlah sekitar 12.000 jenis di alam (Tjitrosoepomo, 2005). Lumut sejati memiliki bagian gametofitik dari struktur daunnya (terutama pada bagian sel dan bentuk daun), detail dari tepi daun, ornamen sel, penampang melintang dari pelepah, dan posisi organ seksual yang terhubung dengan ujung

batang. Bagian sporofit juga penting untuk membantu dalam identifikasi terutama pada bagian sporangiumnya (Lukitasari, 2018).

Lumut sejati memiliki ciri khas yang membedakan dengan lumut hati, yakni daunnya tumbuh pada sisi sumbu utama dan memiliki simetri radial pada daunnya. Daun pada lumut ini mempunyai rusuk tengah atau lebih mirip ibu tulang daun seperti pada daun tumbuhan tingkat tinggi dan melingkar mengikuti batang. Bagian yang menyerupai silinder pusat terdapat sel-sel yang berfungsi untuk transportasi air dari substrat sampai ke bagian atas (Polunin, 1990).



Gambar 2.8 Lumut sejati (Sumber: Tjitrosoepomo, 1998)

Lumut sejati dibedakan menjadi 3 bangsa yaitu (Raihan, 2018) :

1. *Andreaeales*

Lumut jenis ini merupakan lumut yang kosmopolitan. Populasi yang melimpah dapat dijumpai di kawasan beriklim sedang atau daerah pegunungan di kawasan tropis. Talus gametofit tersusun atas rhizoid, sumbu dan filoida. Terdapat dua rhizoid yang tersusun dari banyak sel yakni rhizoid dengan bentuk silindris dan berbentuk pipih. Sumbu memperlihatkan percabangan yang sympodial seperti tumbuh dari bagian lateral. Sedangkan filoida pada bagian luartersusun berbentuk

spiral memeluk batang. Contoh lumut dari bangsa *Andreaeales* antara lain : *Andreaea petrophila*, *Andrea rothii*, *Andreaea rupestris* (Raihan, 2018).



Gambar 2.9 Bangsa *Andreaeales*, *Andrea rothii* (Sumber : Lukitasari, 2018)

2. *Sphagnales*

Ciri morfologi yang tampak pada bangsa *Spaghnales* yakni batangnya bercabang banyak, bagian filoida tumbuh dengan baik dalam kondisi tegak ataupun percabangan. Filoida bersumbu tegak tersusun jarang sedangkan pada daerah percabangannya tersusun rapat dalam pola spiral. Filoida hanya memiliki ketebalan satu lapis sel, dan tidak terdapat rusuk (midrib). Lumut jenis ini jika mengering dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar, sebagai campuran humus untuk pasir yang kurang mengikat air, dan juga sebagai bahan pembuatan parafin dan amoniak. Contoh lumut dari bangsa *spagnum* diantaranya, *Sphagnum fimbriatum*, *Sphagnum squarrosum*, dan *Sphagnum acutifolium* (Hasanuddin & Mulyadi, 2014).



Gambar 2.10 Lumut bangsa *Sphagnales*, *Sphagnum fimbriatum* (Sumber : Lukitasari, 2018)

3. *Bryales*

Bryales merupakan bangsa yang mendominasi dari lumut daun. Ciri yang dimilikinya adalah kapsul spora sudah mengalami diferensiasi ke bentuk yang lebih sempurna. Terdapat kapsul spora yang memiliki ruang-ruang spora yang dipisahkan oleh kolumela. Bagian atas kapsul spora terdapat tutup (*operculum*) dengan lingkaran disekelilingnya membentuk sebuah cincin. Sel cincin mengandung lendir yang dapat membuka ataupun menutup *operculum* yang digunakan untuk proses reproduksi (Lukitasari, 2018).



Gambar 2.11 Bangsa *Bryales*, *Bryum cellulare* (Sumber : Lukitasari, 2018)

2.2.4 Ekologi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

Pertumbuhan lumut sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya dan membutuhkan syarat penting untuk memenuhi proses kehidupannya. Seperti halnya air dan kelembapan yang cukup untuk dapat mempertahankan hidrasi dan proses biologis yang dibutuhkan oleh tumbuhan lumut tersebut. Respon lumut terhadap kondisi lingkungan akan mencerminkan strategi dan aspek fisiologisnya untuk tetap tumbuh sesuai dengan kondisi lingkungannya (Batista dkk., 2018). Diantara faktor abiotik yang mendukung untuk menunjang proses kehidupan lumut antara lain (Tjitrosoepomo, 1991):

1. Suhu

Kondisi suhu yang optimal bagi tumbuhan lumut berkisar rata-rata 10-30 derajat celcius. Suhu pada lingkungan akan mempengaruhi persebaran lumut dan peningkatan elevasi atau sudut kemiringan juga akan menyebabkan penurunan suhu di lingkungan tersebut (Wati dkk., 2016). Menurut Raihan (2018) menyatakan bahwa suhu udara untuk tumbuhan lumut yang berada di wilayah tropis berkisar antara 25,3-27,7.

2. Kelembaban

Persebaran lumut juga dipengaruhi oleh kelembapan udara dan arah mata angin di wilayah gunung. Dibutuhkan kelembaban sekitar 30-90 % agar pertumbuhan lumut dapat berlangsung optimal. Pertumbuhan lumut akan terhambat apabila nilai kelembaban berada di bawah standar yang nantinya akan berpengaruh terhadap produktifitasnya (Glime, 2006).

3. pH

Nilai pH optimum yang dibutuhkan oleh lumut bernilai 4,9 sampai 8,3 (Wati dkk., 2016). Tinggi rendahnya nilai pH menjadi salah satu faktor yang paling riskan dalam pertumbuhan lumut. Nilai pH memegang peranan penting bagi substrat lumut yang hidup di kawasan terrestrial karena akan mempengaruhi ketersediaan nutrisi dan mengubah kondisi substrat itu sendiri (Raihan, 2018).

4. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya yang cukup dapat mendukung pertumbuhan lumut terutama saat perkembangan sporanya. Seperti yang di ketahui bahwa dengan intensitas cahaya sebesar 4000 lux dapat membuat spora lumut ini berkecambah, tumbuh dan berkembang menjadi lumut (Setyobudi, 2017).

2.2.5 Peranan Tumbuhan Lumut

Peranan lumut dalam ekosistem hutan hujan tropis, mampu meningkatkan kemampuan dalam ekosistem hutan untuk menahan air dalam jumlah yang cukup (*water holding capacity*). Selain itu, lumut dapat menjadi bagian dari habitat bagi makhluk lainnya seperti hewan invertebrata, dan beberapa jenis anggrek. Lumut dapat juga dijadikan sebagai media perkecambahan yang baik bagi tumbuhan tingkat tinggi, karena cadangan air yang terkandung dalam lumut cukup untuk membat biji berkecambah. Selain itu juga tumbuhan lumut merupakan bioindikator pencemaran lingkungan, sehingga apabila di daerah tersebut masih banyak dijumpai lumut, maka lingkungannya bisa dikatakan baik (Bawaihanty dkk., 2014).

Sebagian jenis lumut dapat digunakan sebagai obat untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Seperti halnya di negara China, lumut digunakan untuk menyembuhkan luka bakar, memar, dan luka luar. Terdapatnya zat antibiotik dalam *bryophyta* telah didokumentasikan dengan baik oleh ahli botani dan ahli mikrobiologi sebagai obat dalam menyembuhkan berbagai macam penyakit (Nurmalinda & Kurnia, 2018).

2.3 Konsep Pola Distribusi

Pola distribusi suatu organisme demikian erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sekitarnya. Pola Distribusi tumbuhan di alam secara umum dibedakan menjadi tiga pola, yaitu distribusi acak, teratur dan mengelompok. Mengingat organisme di habitatnya memiliki sifat saling ketergantungan dengan sesama, dan tidak terikat pada kesempatan semata, maka tidak heran jika lingkungan menjadi faktor yang berpengaruh terhadap keseluruhan komunitas di alam (Chairunnisa' dkk., 2018).

Tiga pola dasar dalam pola distribusi yaitu (Wahidah dkk., 2015) :

1. Pola distribusi acak, yakni kondisi dimana keadaan individu pada suatu titik tidak mempengaruhi peluang adanya anggota populasi yang sama dititik yang berdekatan.
2. Pola distribusi mengelompok, yakni kondisi dimana keberadaan individu pada suatu titik meningkatkan peluang adanya suatu individu yang sama pada suatu titik yang lain didekatnya.

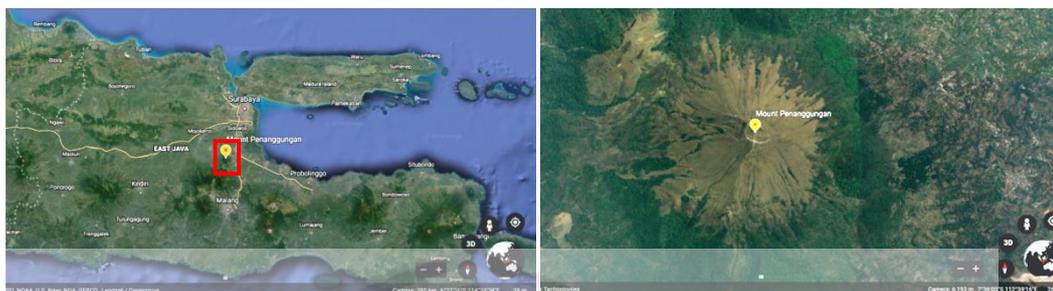
3. Pola distribusi teratur atau seragam, yakni kondisi dimana keberadaan individu pada suatu titik menurunkan peluang adanya suatu individu yang sama pada suatu titik disekitarnya.

Setiap organisme memiliki pola penyebaran yang khas di habitatnya. Pola penyebaran yang terbentuk dapat berasal dari faktor lingkungan maupun keistimewaan biologis yang dimiliki oleh organisme itu sendiri. Faktor bioekologi juga turut andil dalam penyebaran suatu individu. Faktor tersebut berasal dari lingkungan yang bersifat abiotik seperti iklim, suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan tanah (Mondia dkk., 2018).

2.4 Gunung Penanggungan

Gunung penanggungan adalah salah satu gunung yang berada di provinsi Jawa Timur dengan status saat ini adalah gunung api yang sedang tidur (Bahar & Taufik, 2016). Gunung Penanggungan merupakan gunung yang memiliki tinggi 1.653 meter di atas permukaan laut. Secara administratif terletak di perbatasan dua kabupaten, yaitu pada bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto, sedangkan pada bagian sisi timur berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan.

Sementara itu secara astronomis posisi geografis Gunung Penanggungan terletak pada koordinat $7^{\circ}31'00''$ LS- $7^{\circ}41'00''$ LS dan $112^{\circ}35'00''$ BT- $112^{\circ}43'00''$ BT. Gunung Penanggungan menyimpan situs-situs kuno sebagai hasil dari peninggalan Kerajaan Mataram Kuno pada abad ke-10 hingga era kerajaan Majapahit pada abad ke-14. Situs yang sudah pernah ditemukan berjumlah sekitar 120 situs dari bawah sampai ke atas puncak (Paripurno dkk., 2018).



Gambar 2.12 Gunung Penanggungan (Sumber : Google Earth, 2020)

Gunung Penanggungan secara administratif, terletak di sisi Barat termasuk dalam wilayah Kabupaten Mojokerto (Kecamatan Trawas dan Ngoro) dan di sisi Timur termasuk dalam wilayah Kabupaten Pasuruan (Kecamatan Gempol). Gunung Penanggungan telah ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Budaya Peringkat Provinsi berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 188/18/KPTS/013/2015 (Pratiknyo, 2016).



Gambar 2.13 Gunung Penanggungan (Sumber : Dokumentasi pribadi, 2019)

Kondisi lingkungan yang sesuai di Gunung Penanggungan memiliki potensi keberagaman tumbuhan lumut yang besar. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan vegetasi di lereng di Gunung Penanggungan yang masih alami dan masih banyak

dijumpai tumbuhan tingkat rendah seperti lumut dan paku-pakuan, sampai golongan tumbuhan tingkat tinggi seperti *angiospermae* dan *gymnospermae*.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif. Deskriptif berarti menggambarkan atau mengungkap identitas dari suatu sampel tumbuhan yang ditemukan di lokasi sampling, sedangkan eksploratif diartikan sebagai kegiatan mengeksplor atau menjelajah tempat yang dijadikan sebagai objek penelitian dan mengumpulkan data sebanyak-banyaknya terkait sampel lumut apa saja yang ditemukan serta pola persebarannya di jalur pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur.

3.2 Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai September 2020. Lokasi penelitian berada di Gunung Penanggungan yang terletak di perbatasan dua kabupaten, yaitu Mojokerto dan Pasuruan. Identifikasi lumut dilakukan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan selama penelitian ini diantaranya: kamera, lensa makro dengan pembesaran 10-20 x, meteran, mistar, lup, amplop (kecil-

besar), kantong plastik bening, tali rafia, cutter, alat tulis, termometer suhu, lux meter, aplikasi Altimeter, GPS (*Global Positioning System*) dan Hygrometer.

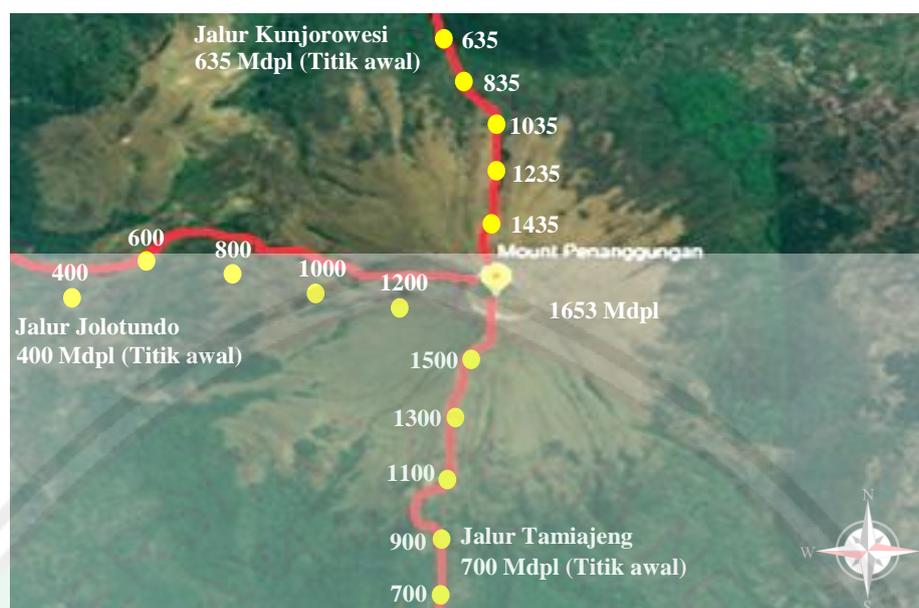
3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: kertas label, koran, kardus bekas, kapas, alkohol, dan spesies tumbuhan lumut yang ditemukan di lokasi sampling.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi yang akan dijadikan sebagai objek penelitian, dilakukan survey terlebih dahulu di jalur pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur. Berdasarkan hasil survey yang telah dilaksanakan, maka dipilih jalur pendakian yang tepat untuk pengambilan sampel lumut karena di sepanjang jalur tersebut masih banyak dijumpai tumbuhan lumut. Lokasi tersebut berada di tiga jalur pendakian Gunung Penanggungan yang berbeda, diantaranya yaitu jalur pendakian Tamiajeng (sebelah selatan), jalur pendakian Jolotundo (sebelah barat) dan jalur pendakian Kunjorowesi (sebelah utara).



Gambar 3.1 Jalur pengambilan sampel lumut di Gunung Penanggungan (Sumber : Google Earth, 2020)

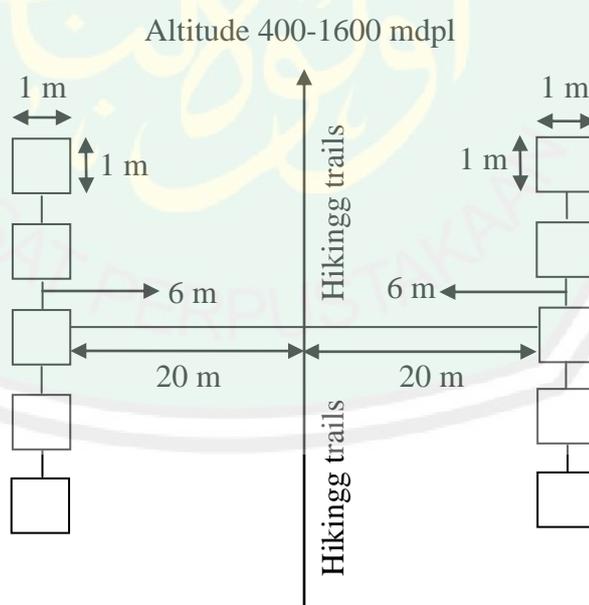
3.4.2 Pengambilan Sampel

Penelitian dilakukan di sepanjang 3 jalur pendakian Gunung Penanggungan yakni jalur Tamiajeng, jalur Jolotundo dan jalur Kunjorowesi. Ketiga jalur tersebut masing-masing dibuat 5 stasiun pengamatan dengan ketinggian yang berbeda-beda dengan jarak antar antar ketinggian 200 meter (vertikal). Sampling dimulai pada ketinggian berbeda di setiap jalurnya dikarenakan pos awal pendakian pada tiap jalur memiliki altitude yang berbeda. Setiap stasiun didirikan 2 plot dengan ukuran masing-masing $30 \times 30 \text{ m}^2$ dengan jarak antar plot 10 m (5 meter ke arah kiri jalur dan 5 meter ke arah kanan jalur) (Ariyanti & Sulistijorini, 2011).

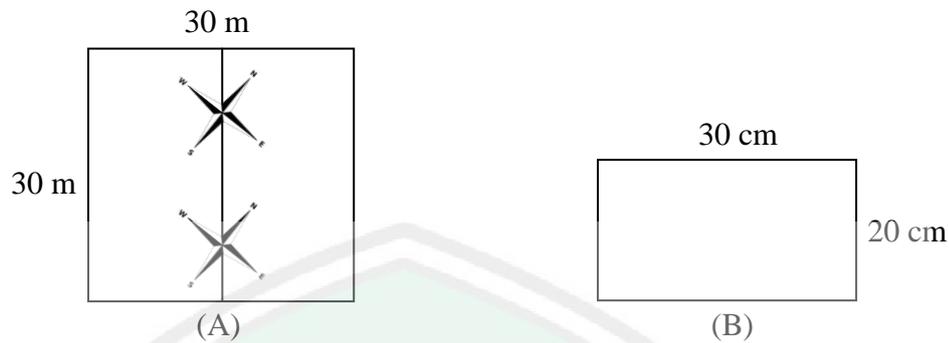
Sampling yang dilakukan pada tiap plot berbeda untuk jenis lumut terrestrial dan lumut arboreal. Jenis lumut terrestrial sampling dilakukan dengan cara menyusun 5 subplot kecil pada area tanah ataupun bebatuan yang terletak di

tengah plot utama (5 meter dari jalur pendakian + 15 meter dari plot utama) sehingga subplot diletakkan sepanjang 20 meter dari jalur pendakian. Subplot diletakkan dengan ukuran 1 x 1 m² secara vertikal di kanan dan kiri jalur dengan jarak 6 meter di setiap subplotnya.

Sementara itu jenis lumut arboreal, sampling dilakukan dengan memilih 8 pohon di dalam plot utama dengan ukuran subplot 20 x 30 cm² berjumlah satu buah subplot untuk setiap pohonnya. Pohon yang digunakan untuk jenis lumut arboreal berupa pohon hidup ataupun pohon lapuk (mati) dengan kriteria memiliki diameter pohon ≥ 20 cm, lokasi pohon berada di empat arah mata angin berbeda sehingga total menjadi 8 penjuru arah mata angin dengan ketinggian pohon setinggi dada atau sekitar 1,5 m dari permukaan tanah. (Ariyanti & Sulistijorini, 2011).



Gambar 3.2 Desain plot pengamatan lumut terrestrial di tiap stasiun



Gambar 3.3 Desain plot pengamatan lumut arboreal (A), Ukuran plot sampling pada tiap pohon (B)

Lumut yang ditemukan di lokasi sampling diambil menggunakan cutter atau pisau. Sampel lumut diambil di lokasi berdasarkan perbedaan morfologinya. Sampel lumut hati dan lumut tanduk diletakkan di dalam amplop sesuai ukuran lumutnya, sedangkan untuk lumut sejati diletakkan dalam plastik bening serta diberi nomor koleksi untuk setiap jenis lumut yang ditemukan. Khusus untuk lumut arboreal dilakukan pengukuran tinggi pohon tempat lumut tersebut menempel serta dicatat identitas pohonnya.

Apabila lumut yang ditemukan sama dari segi morfologi dengan lumut sebelumnya, maka tidak perlu diambil kembali. Dicatat semua data terkait substrat (terrestrial: tanah dan batu, arboreal: kulit pohon dan kayu lapuk) yang didiami oleh lumut, habitat, ketinggian tempat, dan vegetasi yang di sekitar lokasi sampling. Disamping mendata jenis lumut yang ditemukan di lokasi sampling, juga dicatat kondisi abiotik pada masing-masing stasiun pengamatan serta difoto spesies lumut yang ditemukan di lokasi tersebut.

3.5 Identifikasi Lumut

Sampel lumut yang ditemukan difoto bagian morfologinya dengan menggunakan lensa makro dengan perbesaran 10-20x atau dapat menggunakan kaca pembesar (lup). Setelah dilakukan dokumentasi, maka dilakukan identifikasi pada sampel lumut berdasarkan karakteristik morfologinya, seperti warna, bentuk talus, bentuk ujung dan tepi daun dan bentuk sporofitnya. Berdasarkan hasil karakteristik tersebut, kemudian ditentukan tingkatan taksonnya sampai ke takson jenis.

Identifikasi lumut menggunakan buku identifikasi seperti *Guide to the Liverworts and Hornworts of Java* (Grandstein, 2011), *Checklist of the hornworts and liverworts of Java* (Soderstrom, 2010), *Mosses and Liverworts of Thailand* (Frahm, 2012), *Handbook of Mosses of The Iberian Peninsula and The Balearic Islands* (Casas et al. 2006), *Mosses and Liverworts of The Western Ghats, India* (Frahm, 2013), *The Bryophytes of Cornwall And The Isles of Scilly* (Holyoak, 2004), beberapa literatur jurnal, dan mencocokkan gambar yang diperoleh dengan literatur yang terpercaya.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif dilakukan dengan mengamati secara morfologi bagian-bagian lumut seperti daun, batang, dan sporofitnya, kemudian disusun dalam suatu tabel, deskripsi, gambar serta klasifikasinya. Sementara itu analisis kuantitatif ditujukan untuk mengetahui keanekaragaman tumbuhan lumut menggunakan Indeks

Shanon-Wiener (Melati, 2007). Indeks keanekaragaman jenis lumut dicari dengan menggunakan persamaan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Odum, 1994):

$$\hat{H} = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Keterangan : s = jumlah jenis

n_i = jumlah individu jenis ke-i

N = jumlah individu semua jenis

Besarnya nilai keanekaragaman jenis Shannon-Wiener didefinisikan sebagai berikut (Fachrul, 2007):

1. $H' > 3$ menunjukkan keanekaragaman jenis yang tinggi pada suatu kawasan.
2. $1 \leq H' \leq 3$ menunjukkan keanekaragaman jenis yang sedang pada suatu kawasan.
3. $H' < 1$ menunjukkan keanekaragaman jenis yang rendah pada suatu kawasan

Sementara itu untuk mengetahui pola distribusi suatu jenis lumut, digunakan Indeks Morisita (I_d) dengan persamaan sebagai berikut (Odum, 1994):

$$I_d = n \frac{\sum x^2 - N}{N(N-1)}$$

Keterangan :

I_d = Indeks Morisita

n = Jumlah plot (petak ukur)

N = Jumlah total individu pada plot

$\sum x$ = Jumlah individu suatu spesies

$\sum x^2$ = Jumlah kuadrat individu suatu spesies pada sampel

Nilai indeks morisita yang diperoleh diintrepetasikan sebagai berikut

(Krebs, 1989) :

$I_d = 0$ (pola acak)

$I_d > 0$ (pola mengelompok)

$I_d < 0$ (pola seragam/teratur)

Sementara itu untuk menguji kebenaran Indeks Morisita, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan uji Chi-kuadrat dengan persamaan berikut

(Brower & Zar, 1989):

$$x^2 = (n \sum X^2 / N) - N$$

Keterangan:

X^2 = Nilai Chi-kuadrat (X_{hitung})

n = Jumlah plot (petak ukur)

$\sum Xi^2$ = Jumlah individu tiap stasiun

N = Jumlah total individu yang diperoleh

Nilai Chi-kuadrat kemudian dibandingkan dengan nilai X^2 pada tabel (X_{tabel}) dengan menggunakan derajat bebas ($db = n-1$) dan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dengan kriteria (Wahyudi, 2008):

- a. $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$ dikategorikan pola distribusi mengelompok
- b. $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ dikategorikan pola distribusi seragam
- c. $X^2_{hitung} = X^2_{tabel}$ dikategorikan pola distribusi acak

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Identifikasi Lumut (*Bryophyta*)

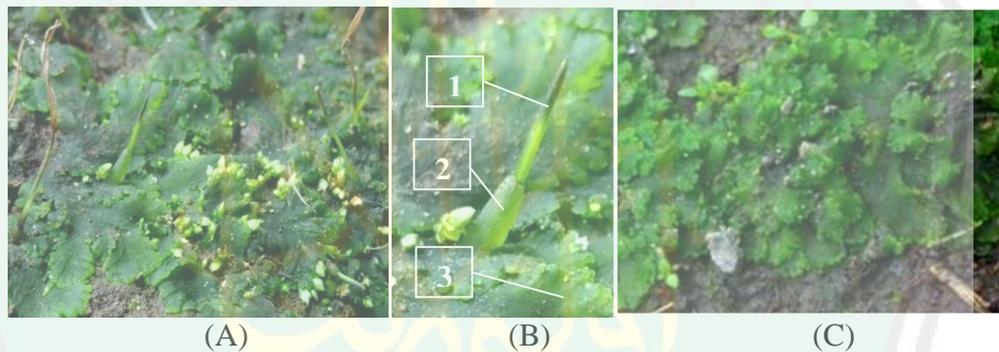
Hasil pengamatan lumut (*Bryophyta*) di tiga jalur pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur diperoleh sebanyak 23 spesies diantaranya berasal dari 3 kelas antara lain Bryopsida, Marchantiopsida, dan Anthocerotopsida. Spesies lumut terbanyak ditemukan di jalur Kunjorowesi (Utara) dengan jumlah spesies sebanyak 10 spesies, sedangkan di jalur Tamiajeng (Selatan) ditemukan sebanyak 9 spesies, dan spesies paling sedikit ditemukan di jalur Jolotundo (Barat) dengan 7 spesies (tabel 4.1). Berikut hasil identifikasi lumut yang ditemukan di tiga jalur pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur.

4.1.1 Jalur Tamiajeng (Sisi Selatan)

a. Spesimen 1 (*Notothylas javanicus*)

Spesimen pertama yang ditemukan memiliki ciri-ciri talusnya berwarna hijau tua dengan permukaan yang mengkilap di seluruh bagiannya, bagian tepi talusnya tidak rata dan permukaan tubuhnya bergelombang. Gametofit *Notothylas javanicus* berbentuk roset dan tumbuh secara berkelompok. Saat diamati ditemukan bagian sporofitnya yang berbentuk seperti tanduk yang berbentuk memanjang ke atas dengan bagian ujung yang berbentuk lancip. Lumut ini ditemukan tumbuh diatas tanah basah dan hidup berdampingan dengan lumut jenis lainnya.

Ciri khusus lumut ini Ruklani dkk., (2016) yakni talus memiliki permukaan yang tidak beraturan dan terdapat banyak involucre pada ujung talusnya serta tidak memiliki pseudoelater. Lebih lanjut Febrianti (2015) menjelaskan bahwa talus pada lumut ini Memiliki kapsul berbentuk pendek dengan spora berwarna kuning. Spora pada lumut ini ada yang berbentuk kecil (uniseluler) dan besar (multiseluler) serta biasanya terdapat banyak ornamen di lapisan luarnya. (Lukitasari, 2018).



Gambar 4.1 *Notothylas javanicus* (A & B) Gambar Pengamatan, (B1) Sporofit, (B2) Involucre, (B3) Talus (Gametofit) (C) Gambar literatur (Rahmawati, 2018)

Klasifikasi *Notothylas javanicus* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Anthocerotophyta

Class : Anthocerotopsida

Order : Notothyladales

Family : Notothyladaceae

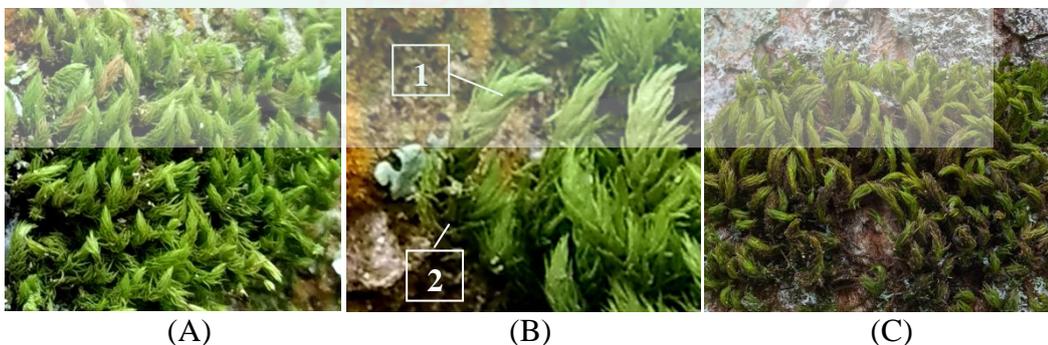
Genus : *Notothylas*

Species : *Notothylas javanicus*

b. Spesimen 2 (*Orthotrichum lyelli*)

Spesimen kedua yang ditemukan ialah *Orthotrichum lyelli* dari suku Orthotrichaceae. Spesies ini memiliki ciri bentuk daun atau gametofitnya lanset sampai ke lonjong, ujung daunnya meruncing dan tepi daunnya merata. Saat ditemukan spesies ini menempel di kulit pohon mahoni dengan ketinggian antara 1,5-2 meter. Ketika diamati hanya ditemukan fase gametofit saja dan tidak ditemukan fase sporofitnya.

Gametofit pada lumut ini membentuk seperti tikar berwarna hijau sampai kecoklatan dengan panjang sekitar 3-4 cm. Daun meruncing tajam dengan daun linier berbentuk lanset, bertepi rata dan tersusun spiral memeluk batang. Terdapat rhizoid berwarna coklat yang berada di pangkal tanaman dengan percabangan bervariasi di setiap koloninya (Holyoak, 2004). Lumut ini dapat menjadi indikator kualitas udara sebagaimana Wijaya (2010) yakni menunjukkan adanya gradien konsentrasi pada jaringan tubuh mereka ketika terpapar polusi udara seperti senyawa sulfur dioksida (SO₂).



Gambar 4.2 *Orthotrichum lyelli* (A & B) Gambar Pengamatan, (B1) Daun, (B2) Batang, (C) Gambar Literatur (Holyoak, 2004)

Klasifikasi *Orthotrichum lyelli* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Orthotrichales

Family : Orthotrichaceae

Genus : Orthotrichum

Species : *Orthotrichum lyelli*

c. Spesimen 3 (*Fissidens dubbius*)

Lumut ini ditemukan di stasiun III pada ketinggian sekitar 900 mdpl dan terletak bergerombol satu sama lain diatas tanah. Struktur tubuhnya berupa lembaran talus menyerupai daun, berwarna hijau muda, dan memiliki semacam pertulangan daun dari pangkal sampai ujung daun. Saat ditemukan di lapangan, lumut *Fissidens dubbius* sedang dalam fase gametofit sehingga hanya dijumpai bagian talusnya saja, sementara fase gametofitnya belum tumbuh pada saat itu.

Lumut yang dijuluki mirip seperti sisir ini memiliki ciri morfologi talusnya berbentuk lembaran tipis, bertepi rata dan ujung daun runcing. Terdapat seperti susunan tulang daun semu pada bagian pangkal sampai ujung talus. Rhizoid (akar semu) berwarna kecoklatan dan memiliki sedikit percabangan (Raihan, 2018). Lumut ini hidup di substrat tanah (gambut, lembab, teduh, tanah liat), pangkal pohon, kayu lapuk ataupun bebatuan (Bowman, 2017).



Gambar 4.3 *Fissidens dubbius* (A & B) Gambar Pengamatan, (B1) Daun, (B2) Batang, (C) Gambar Literatur (Frahm, 2012)

Klasifikasi *Fissidens dubbius* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Dicranales

Family : Fissidentaceae

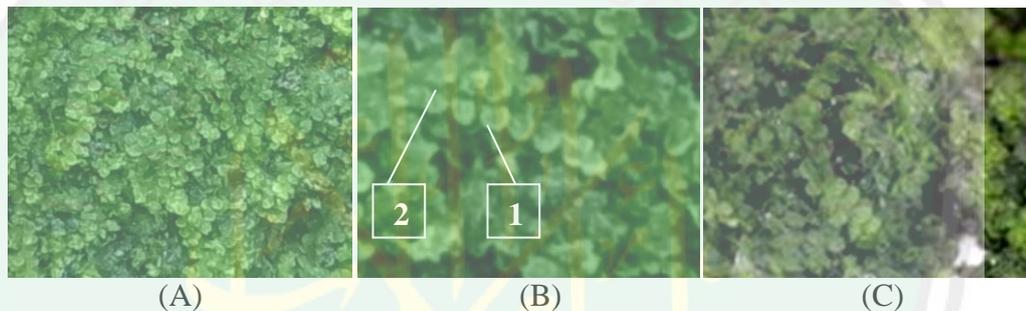
Genus : *Fissidens*

Species : *Fissidens dubbius*

d. Spesimen 4 (*Lopholejeunea* sp.)

Lumut *Lopholejeunea* sp. memiliki ciri morfologi diantaranya daun berwarna hijau muda-hijau tua, tepi daun berbentuk rata, dan bentuk daunnya bulat baik di pangkal maupun ujungnya. Daun pada lumut ini berselang-seling dan tersusun rapat antara satu daun dengan daun yang lain. Lumut ini ditemukan menempel pada pohon kulit batang pohon mahoni pada ketinggian sekitar 50 cm dari pangkal pohon.

Ciri khusus yang dimiliki oleh lumut ini adalah susuna talusnya berselang-seling rapat dengan talus berbentuk bulat (cuping) yang menjalar pada substratnya sebagaimana Zhu & Grandstein (2005) menjelaskan bahwa daunnya berbentuk bulat dengan tepi daun yang rata, berwarna hijau muda hingga gelap dengan ujung daun yang membulat. Terdapat percabangan pada batang dan daun yang terletak pada percabangan tersebut memiliki ukuran yang lebih kecil. Habitatnya sering dijumpai pada pepohonan dengan kondisi yang cukup air. (Waldi, 2017)



Gambar 4.5 *Lopholejeunea* sp. (A & B) Gambar Pengamatan, (B1) Daun cuping, (B2) Batang, (C) Gambar literatur (Atherton dkk., 2010).

Klasifikasi *Lopholejeunea* sp. yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Marchantiophyta

Class : Marchantiopsida

Order : Jungermaniales

Family : Lejeuneaceae

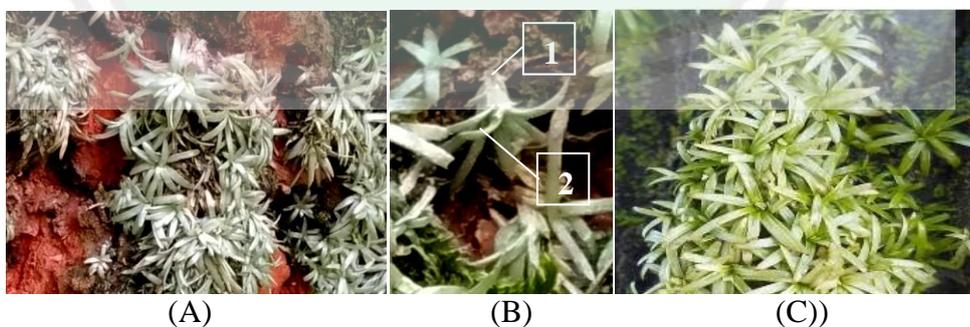
Genus : *Lopholejeunea*

Species : *Lopholejeunea* sp.

e. Spesimen 5 (*Octoblepharum albidum*)

Lumut *Octoblepharum albidum* tergolong dalam lumut daun dari famili Octoblepharaceae. Morfologi dari lumut ini diantaranya memiliki susunan daun yang menyebar, berwarna hijau pucat cenderung keputihan, bertekstur tebal, bertepi rata dan ujung daunnya meruncing. Lumut ini ditemukan menempel pada pohon mahoni secara berkoloni dan tersebar hampir di seluruh bagian bawah batang pohon. Saat dilakukan pengamatan hanya dijumpai fase gametofitnya sedangkan fase sporofitnya belum tampak.

Octoblepharum albidum memiliki sporofit yang tidak tumbuh tegak. Ciri khususnya yakni terletak pada daunnya yang tebal dan tersusun mekar seperti sebuah bunga dengan warna hijau pucat., kaku dan keras serta ujung daun yang meruncing (Febrianti, 2015). Lumut *Octoblepharum albidum* memiliki beragam manfaat sebagaimana Anderson dkk., (1990) yakni dapat menjaga kelembapan substrat yang ditumbuhinya, berfungsi sebagai penghasil oksigen dan lebih jelas menurut Fatma (2005) mampu menyerap fenol dari limbah pengeboran minyak secara efisien.



Gambar 4.6 *Octoblepharum albidum* (A & B) Gambar pengamatan, (B1) Batang, (B2) Daun, (C) Gambar Literatur (Sujadmiko, 2018)

Klasifikasi *Octoblepharum albidum* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Pottiales

Family : Octoblepharaceae

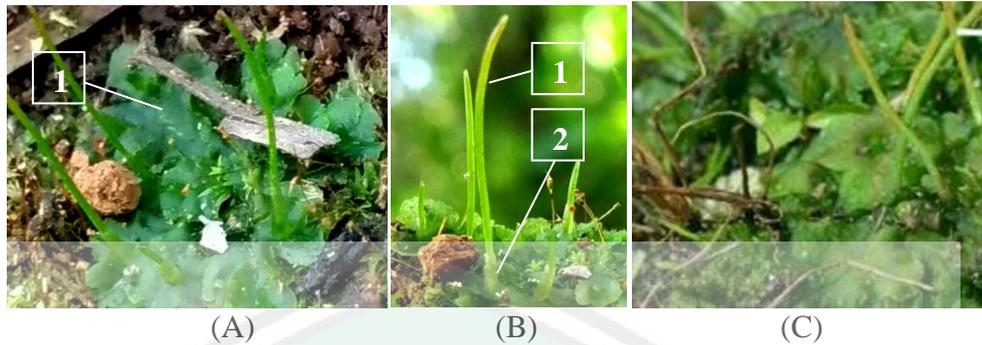
Genus : Octoblepharum

Species : *Octoblepharum albidum*

f. Spesimen 6 (*Anthoceros* sp.)

Lumut *Anthoceros* sp. ini tergolong dalam kelas Anthocerotophyta atau lumut tanduk. Ciri morfologi yang dimiliki lumut ini antara lain, memiliki talus berwarna hijau gelap mengkilap, berbentuk menyerupai lingkaran dengan dimensi ukuran 3-4 cm. Terdapat seta pada bagian sporofitnya yang memanjang dan ujung dari seta tersebut berbentuk runcing. Ketika dijumpai di lokasi, lumut ini tumbuh di atas tanah basah pada ketinggian sekitar 1100 mdpl.

Talus pada *Anthoceros* sp. berbentuk roset, memiliki lekukan di bagian tepinya dan lobusnya biasanya cembung (Grandstein, 2011). Sedangkan menurut Fajri (2018) *Anthoceros* sp. memiliki bentuk talus pleurocarp tanpa disertai pori-pori pada permukaannya. Talusnya membentuk sebuah roset serta permukaannya bergelombang. Beberapa tipe jenis *Anthoceros* dapat dikenali dengan melihat ciri-ciri morfologinya yakni di bagian sporangium yang terdapat pada generasi sporofitnya.



Gambar 4.7 *Anthoceros* sp. (A&B) Gambar Pengamatan (A1) Talus (Gametofit), (B1) Sporofit, (B2) Involucre, (C) Gambar Literatur (Holyoak, 2004)

Klasifikasi *Anthoceros* sp. yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Anthocerotophyta

Class : Anthocerotopsida

Order : Anthocerotales

Family : Anthocerataceae

Genus : *Anthoceros*

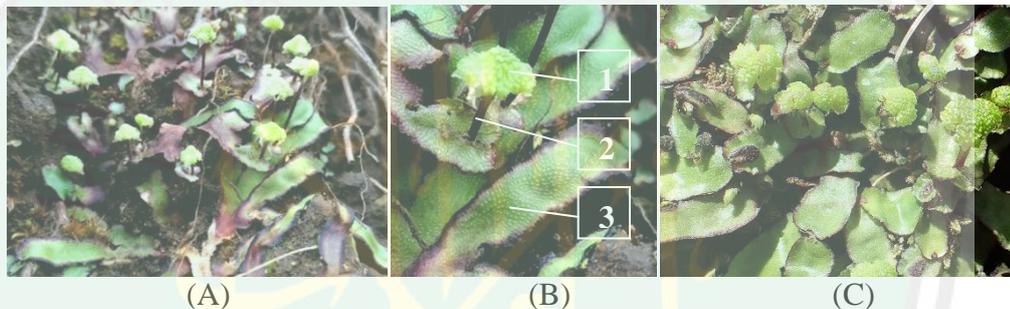
Species : *Anthoceros* sp.

g. Spesimen 7 (*Asterella marginata*)

Asterella marginata tergolong dalam lumut hati (Marchantiopsida) dengan ciri-ciri memiliki talus tebal, bergelombang, dan tepinya berwarna ungu cenderung kehitaman. Terdapat pori-pori hampir di seluruh bagian talus. Saat ditemukan di lokasi, lumut ini tumbuh diatas tanah sedang dalam fase sporofit dan terlihat jelas sporangiumnya. Seta yang terlihat pada *Asterella marginata* memiliki warna hijau kecoklatan dengan panjang sekitar 0,5-1 cm, dan pada

bagian sporangiumnya jika dilihat dari atas akan nampak seperti busa berwarna hijau muda.

Spesies *Asterella marginata* beberapa lobusnya berbentuk hati dengan apeks yang tumpang tindih setelah takik. Terdapat ruang udara dalam beberapa lapisan dalam talusnya serta memiliki pori-pori yang sedikit meninggi yang dikelilingi oleh 2 cincin 5-6 sel. Tepi talus berwarna ungu dengan panjang berskisar antara 20-23 mm dan lebar 2,5-5 mm (Reeb dkk., 2018).



Gambar 4.8 *Asterella marginata* (A&B) Gambar pengamatan, (B1) Arkegonium, (B2) Arkegoniofor, (B3) Talus, (C) Gambar Literatur (Reeb dkk., 2018)

Klasifikasi *Asterella marginata* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Marchantiophyta

Class : Marchantiopsida

Order : Marchantiales

Family : Aytoniaceae

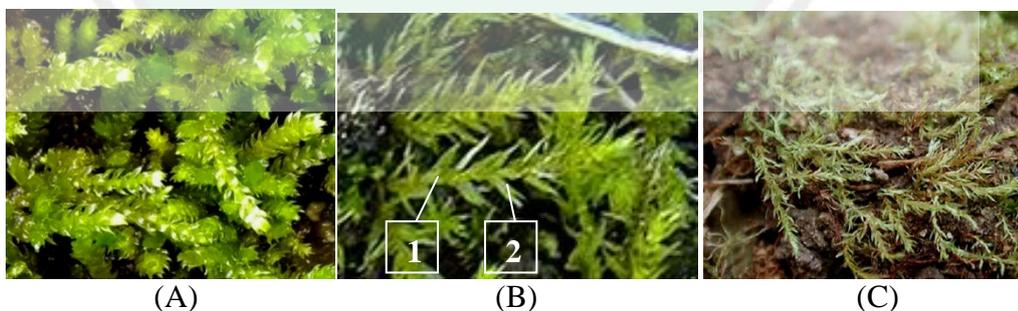
Genus : *Asterella*

Species : *Asterella marginata*

h. Spesimen 8 (*Pohlia camptotrachela*)

Lumut *Pohlia camptotrachela* merupakan lumut yang memiliki perawakan gametofit menyerupai daun dengan bentuk yang sangat kecil, dan daunnya tersusun jarang antara daun satu dengan yang lain. Daun berwarna hijau muda-tua dengan ujung runcing, bertepi rata dan pangkal berbentuk tumpul. Saat ditemukan di lokasi tidak dijumpai fase sporofit, melainkan hanya fase gametofitnya saja yang terlihat. Habitat lumut ini dijumpai di habitat terestrial atau berada di tanah dengan kondisi lembab.

Pohlia camptotrachela memiliki talus berupa daun berbentuk kecil berwarna hijau, tepi daun integer (rata) dan ujungnya runcing (acutus) (Heike, 2017). Lumut ini tumbuh memiliki rhizoid yang menjalar seperti batang dan terkadang bercampur dengan tumbuhan lumut lainnya. Sporofit pada lumut ini terlihat bergaung dengan batang, sehingga sekilas jika dilihat dengan seksama maka hampir tidak ada bedanya (Novianti, 2014). Biasanya ditemukan dalam bentuk koloni dengan substrat yang lembab atau basah seperti tanah liat, lempung, berpasir ataupun lahan gambut (Holyoak, 2004).



Gambar 4.9 *Pohlia camptotrachela* (A & B) Gambar Pengamatan, (B1) Batang, (B2) Daun, (C) Gambar Literatur (Atherton dkk., 2010)

Klasifikasi *Pohlia camptotrachela* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Bryales

Family : Mniaceae

Genus : Pohlia

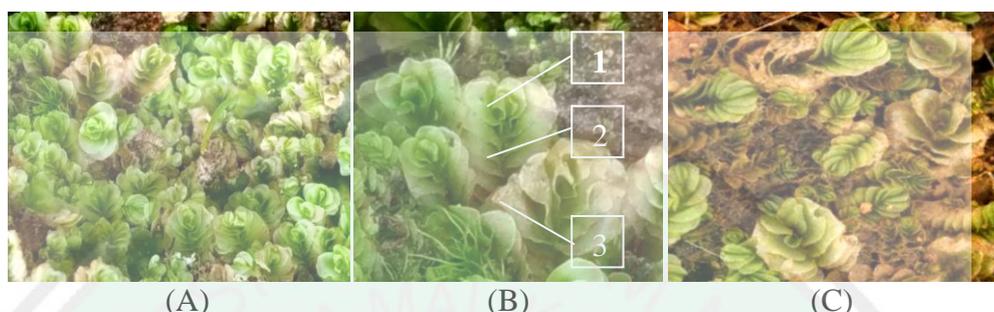
Species : *Pohlia camptotrachela*

i. Spesimen 9 (*Gongylanthus indicus*)

Lumut *Gongylanthus indicus* memiliki ciri gametofitnya berupa lembaran daun tipis berbentuk bulat, bertepi rata, ujung membulat dan pangkal daun tumpul. Daun berwarna hijau muda cenderung transparan, dan ketika mengering akan berubah warna menjadi kuning tua. Struktur gametofit lumut ini berselang-seling dengan susunan yang rapat dan saling tumpang tindih satu sama lain, sehingga jika dilihat dari atas maka akan nampak seperti susunan bunga mawar. Lumut ini ditemukan menempel pada substrat tanah basah di stasiun IV dengan ketinggian 1300 mdpl.

Gongylanthus indicus bagian daunnya memiliki bentuk yang tidak searah dengan bagian atas (dorsal) dan daunnya terlihat bersatu satu sama lain. Bagian rhizoid menyebar di atas permukaan substrat, dan pada bagian sporofit biasanya diapit oleh perygynium. (Grandstein, 2011). Lumut ini dapat tumbuh pada lingkungan dengan curah hujan 200 mm per tahun (Nadhifah, 2016). Spesies ini dapat juga ditemukan di hutan dataran rendah dengan curah hujan berkisar 228,8

mm per bulan atau 2673,6 mm per tahun (Direktorat Pendayaan Pulau-Pulau Kecil, 2015).



(A) (B) (C)
Gambar 4.9 *Gongylanthus indicus* (A&B) Gambar pengamatan, (B1) Daun muda, (B2) Batang (B3) Daun tua (C) Gambar literatur (Frahm, 2013)

Klasifikasi *Gongylanthus indicus* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Marchantiophyta

Division : Marchantiopsida

Class : Jungermaniopsida

Order : Jungermaniales

Family : Arnelliaceae

Genus : *Gongylanthus*

Species : *Gongylanthus indicus*

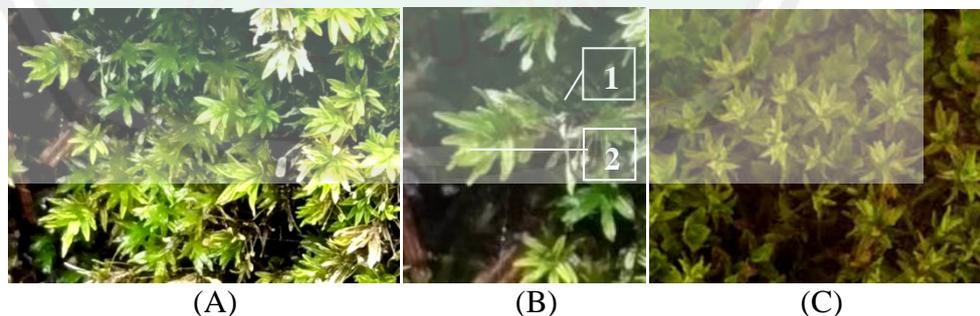
4.1.2 Jalur Kunjorowesi (Utara)

a. Spesimen 10 (*Barbula Indica*)

Spesies *Barbula indica* memiliki ciri morfologi menyerupai tumbuhan tingkat tinggi yang memiliki akar, batang dan daun. Lumut ini ditemukan menggerombol satu sama lain seperti bantalan rumput jika dilihat dari atas. Ciri

yang dimiliki oleh lumut ini diantaranya daun pada *Barbula indica* tersusun berselang seling melingkar dari awal pangkal batang sampai ujung. Daunnya berukuran 1-2 mm, berwarna hijau muda-tua, bertepi rata, dan ujung daunnya runcing. Saat dilakukan pengamatan di lapangan, hanya dijumpai fase gametofit dan tidak dijumpai fase sporofit. Lumut ini banyak ditemukan di tanah yang lembab, menempel di bebatuan ataupun kayu lapuk.

Bagian gametofit pada lumut ini memiliki warna hijau muda sampai tua dan melekat pada bagian batangnya. Sementara itu pada bagian batang memiliki percabangan elips dan berbentuk acrocarp. Bagian sporofit pada lumut ini memiliki seta berwarna merah-coklat dengan sporangium didominasi oleh warna jingga (Fajriah, 2018). Lumut *Barbula indica* mengandung senyawa penting sebagaimana Adebiyi dkk., (2012) yakni mengandung senyawa steroid dan flavonoid yang berguna dalam bidang ilmu farmasi. Lumut ini mendiami substrat bebatuan (pasir, granit, gamping), pasir, kerikil, batu bata, dan sering ditemukan di tembok (Bowman, 2017).



Gambar 4.10 *Barbula indica* (A&B) Gambar pengamatan, (B1) Batang (B2) Daun, (C) Gambar literatur (Frahm, 2012)

Klasifikasi *Barbula indica* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Pottiales

Family : Pottiaceae

Genus : Barbula

Species : *Barbula indica*

b. Spesimen 11 (*Rhytidiadelphus* sp.)

Spesies *Rhytidiadelphus* sp. memiliki ciri-ciri daun berwarna hijau kekuningan mengkilap, berbentuk memanjang, bertepi rata, dengan ujung meruncing. Daun menempel pada batang dari bagian pangkal batang sampai ujung. Rhizoid berwarna coklat bergabung dengan batang, menjalar di substrat tanah atau kayu dan bergabung dengan koloni lumut lain. Lumut ini mendiami substrat tanah dengan kondisi lembab ataupun pada kulit pohon. Saat ditemukan di lapangan hanya dijumpai fase gametofit dan tidak ditemukan fase sporofit.

Lumut ini dapat tumbuh di dataran terbuka dengan mendiami substrat tanah, dan jarang ditemui pada kayu ataupun batu (Bowman, 2017). Morfologi lumut ini antara lain daun berwarna hijau muda agak mengkilap, bertepi rata dan tidak bergelombang. Batang menjulang ke atas dan dapat mencapai panjang 15 cm dan lebar 4 mm, berwarna coklat kemerahan. Batang menjulang ke atas dengan panjang bisa mencapai 15 cm dan lebar 4 mm. Terdapat percabangan pada batang

yang tidak beraturan dan hampir tidak terlihat dikarenakan rapatnya gugusan daun pada lumut ini (Ignatov dkk., 2019).



Gambar 4.11 *Rhytidiadelphus* sp. (A&B) Gambar Pengamatan, (B1) Daun, (C) Gambar Literatur (Ignatov dkk., 2019), (C1) Batang, (C2) Daun

Klasifikasi *Rhytidiadelphus* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Hypnales

Family : Hylocomiaceae

Genus : *Rhytidiadelphus*

Species : *Rhytidiadelphus* sp.

c. Spesimen 12 (*Fissidens viridulus*)

Spesies *Fissidens viridulus* memiliki ciri morfologi daun berwarna hijau tua, berbentuk lanset, bertepi rata, dan ujung daunnya meruncing. Susunan daun pada lumut ini menyirip dan jika dilihat dari atas akan terlihat bertumpuk dan mirip seperti sisir atau bulu unggas. Batang berwarna coklat dengan ukuran yang

relatif kecil dan tertutup oleh daun-daunnya. Ketika dijumpai di lapang hanya ditemui fase gametofit, sementara fase sporofitnya belum tumbuh. Lumut ini ditemukan pada substrat tanah basah dan kayu lapuk dengan membentuk koloni satu sama lain.

Bagian talus berbentuk menyerupai bulu pada unggas dengan lembaran talusnya yang tipis dan berwarna hijau muda hingga gelap transparan. Batangnya berukuran kecil, berwarna kecoklatan, acrocarp, dan letaknya berseberangan. Ketika fase sporofit sudah tumbuh maka ditandai dengan munculnya bagian seta yang menjulang ke atas berwarna hijau serta pada kapsul memiliki bentuk yang membulat berwarna hijau (Fajriah, 2018). Beberapa jenis *Fissidens* memiliki ukuran yang bervariasi mulai dari yang terkecil hingga terbesar yang dapat mencapai 15 cm (Grandstein, 2011). Lumut ini dapat hidup di dekat sumber air, sepanjang aliran sungai, sepanjang jalan, ataupun di muara pantai (Bowman, 2017).



(A)

(B)

(C)

Gambar 4.12 *Fissidens viridulus* (A&B) Gambar Pengamatan, (B1) Batang, (B2) Daun, (C) Gambar Literatur (Holyoak, 2004)

Klasifikasi *Fissidens viridulus* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Dicranales

Family : Fissidentaceae

Genus : Fissidens

Species : *Fissidens viridulus*

d. Spesimen 13 (*Fissidens* sp.)

Spesies *Fissidens* sp. memiliki ciri morfologi bentuk daun lanset, berwarna hijau muda, tersusun dalam dua baris (*distichous*). Batang berwarna coklat dan diselubungi oleh daun-daun yang bertumpuk satu sama lain. Ketika dijumpai di lokasi, lumut ini sedang dalam fase sporofit dan sangat terlihat jelas bentuk sporofitnya. Terdapat seta berbentuk memanjang ke atas dengan kapsul berwarna coklat-kemerahan dan terdapat gigi peristom berwarna coklat di bagian ujung kapsul. Lumut ini mendiami substrat tanah, bebatuan ataupun kayu yang sudah lapuk.

Lumut ini jika dilihat dari atas maka akan nampak seperti anyaman tikar berwarna hijau (Bowman, 2017). Ciri khas yang dimiliki oleh *Fissidens* adalah dimana daunnya memiliki susunan yang unik menyerupai sebuah sisir dan tersusun berselang-seling diantara kanan dan kiri pada batangnya. Sementara itu pada batang memiliki warna coklat-kemerahan dan digunakan sebagai tumpuan bagi daun untuk menempel. (Fajriah, 2018). Habitatnya dapat ditemukan di

permukaan tanah, bebatuan (baik asam maupun basa), pangkal pohon, batu bata, dan terkadang ditemukan di batu granit (Bowman, 2017).



Gambar 4.13 *Fissidens* sp. (A&B) Gambar Pengamatan, (B1) Gigi perisitom, (B2) Sporangium, (B3) Seta, (C) Gambar Literatur (Frahm, 2013)

Klasifikasi *Fissidens* sp. yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Dicranales

Family : Fissidentaceae

Genus : *Fissidens*

Species : *Fissidens* sp.

e. Spesimen 14 (*Dumortiera hirsuta*)

Tumbuhan lumut ini tergolong dalam famili Marchantiaceae dengan ciri memiliki talus berbentuk hati, berwarna hijau gelap, bertepi rata, teksturnya sedikit tebal, dan terdapat lekukan yang tidak terlalu dalam pada ujung talusnya. Bagian sporofit terdapat seta berwarna kecolatan dengan panjang 0,5-1 cm dan

sporangiumnya berwarna kemerahan. Lumut ini dijumpai pada menempel pada bebatuan dan ada juga yang terdapat di tanah.

Dumortiera hirsuta yang masuk dalam suku Marchantiaceae memiliki ciri yang khas yakni pada bagian talusnya belum memiliki ruang udara serta filamen asimilasi. Talusnya berwarna hijau gelap, mengkilap, arkegonium terletak pada ujung talus dan terdapat bulu-bulu halus. (Glime, 2006). *Dumortiera hirsuta* dapat tumbuh pada kayu lapuk, tanah yang keras dan aliran sungai (Holyoak, 2004).



Gambar 4.14 *Dumortiera hirsuta* (A,B,C) Gambar Pengamatan, (B) Antheridium, (C1) Arkegonium, (C2) Arkegoniofor, (D) Gambar Literatur (Frahm, 2013)

Klasifikasi *Dumortiera hirsuta* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Marchantiophyta

Class : Marchantiopsida

Order : Marchantiales

Family : Marchantiaceae

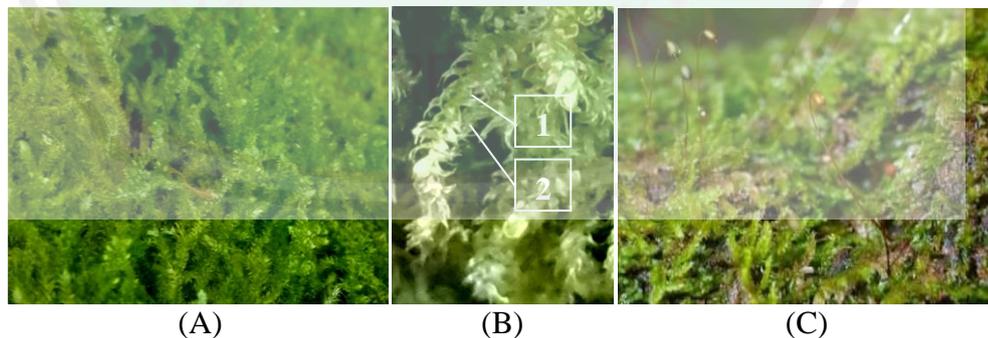
Genus : *Dumortiera*

Species : *Dumortiera hirsuta*

f. Spesimen 15 (*Ectropothecium* sp.)

Spesies *Ectropothecium* sp. memiliki ciri morfologi bentuk daunnya obovatus (bulat telur), dengan ujung daun meruncing, dan bagian tepi rata. Batangnya berwarna kecoklatan dan bersambung dengan rhizoid yang berada di atas substrat dimana lumut tersebut tumbuh. Ketika ditemukan di lokasi pengamatan lumut ini mendiami substrat tanah basah dan terdapat beberapa koloni yang mendiami substrat kayu. Saat dilakukan pengamatan tidak dijumpai fase sporofit dan hanya dijumpai fase gametofit saja.

Spesies *Ectropothecium* sp. merupakan lumut yang memiliki ukuran relatif kecil diantara jenis lumut daun lainnya. Bagian gametofit berupa daun kecil berbentuk bulat telur, memiliki ujung yang runcing serta bertepi rata (Grandstein, 2010). Lumut ini dapat dijumpai pada kulit pohon, tanah dan bebatuan. Saat fase sporofit, seta memanjang berwarna coklat dengan kapsul yang terdapat di ujung seta (Raihan, 2018).



Gambar 4.15 *Ectropothecium* sp. (A&B) Gambar Pengamatan, (B1) Batang, (B2) Daun, (C) Gambar Literatur (Frahm, 2013)

Klasifikasi *Ectropothecium* sp. yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Hypnales

Family : Hypnaceae

Genus : *Ectropothecium*

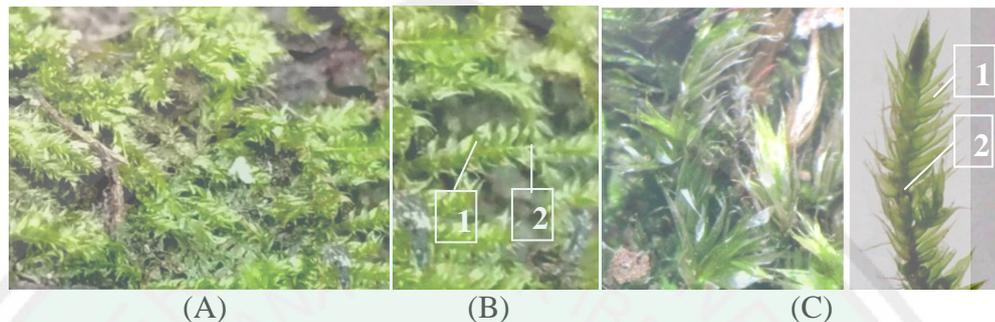
Species : *Ectropothecium* sp.

g. Spesimen 16 (*Isopterygium* sp.)

Lumut *Isopterygium* sp. memiliki ciri morfologi daunnya berwarna hijau muda-hijau tua, bentuk daunnya bulat telur, bertepi rata, dan ujung daunnya meruncing. Bagian batang pada lumut ini tumbuh menjalar diatas substrat dan membentuk cabang-cabang baru. Saat dilakukan pengamatan di lapang tidak ditemukan fase sporofit dan hanya ditemukan fase gametofit saja. Lumut ini mendiami area dengan kondisi lembab seperti tanah ataupun menempel pada batang pohon.

Tumbuhan lumut ini memiliki bentuk talus yang tipis berwarna hijau sampai kekuningan, tepi daun rata dan akan keriput disaat kering, batangnya dapat mencapai panjang 2-5 cm. Bagian batang merambat dengan sedikit percabangan yang tidak teratur. Seta berwarna kuning sampai merah kecoklatan dengan tinggi 0,5-1,5 cm. Kapsul menggantung berwarna coklat muda, berbentuk bulat telur dengan panjang 0,5-2 mm (Bowman, 2017). *Isopterygium* sp. jika diperhatikan

dari talus bagian atas, maka akan tampak seperti tumpukan kapas yang bertumpuk satu sama lain di tempat substratnya (Grandstein, 2011).



Gambar 4.16 *Isopterygium* sp. (A&B) Gambar Pengamatan, (B1) Daun, (B2) Batang, (C) Gambar Literatur (Biju, 2016), (C1) Daun, (C2) Batang

Klasifikasi *Isopterygium* sp. yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Hypnales

Family : Hypnaceae

Genus : *Isopterygium*

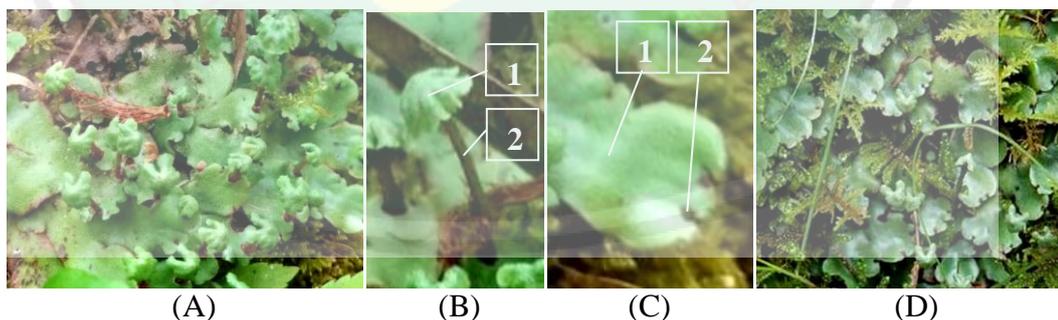
Species : *Isopterygium* sp.

h. Spesimen 16 (*Marchantia paleacea*)

Spesies *Marchantia paleacea* memiliki ciri morfologi berupa talus yang berbentuk lembaran daun yang memiliki tekstur tebal. Talusnya tersusun rapat, berwarna hijau tua, bertepi rata, memiliki percabangan pada ujung talusnya dan

terdapat pori-pori kecil di permukaan talusnya. Saat ditemukan di lokasi, lumut ini sedang dalam fase gametofit dan sporofit. Fase sporofit ditandai dengan adanya bagian kapsul atau spora pada lumut sebagai alat perkembangbiakannya. Terdapat gemmae cup pada bagian atas permukaan talus. Bagian arkegonium yang teramati memiliki bentuk menyerupai payung, sementara bagian antehridium tidak ditemukan. Lumut ini dijumpai menempel pada bebatuan dan tanah dengan kondisi lembab.

Spesies *Marchantia paleacea* mudah dikenali secara vegetatif dengan mengamati talusnya. Talus berwarna hijau dan memiliki gemmae berbentuk cangkir (*cup*) dengan tepian talus rata (*entire*). Percabangan talus dikotom berbentuk furcate, dan pada bagian tengah atas talus terdapat midrib (Siregar dkk., 2013). Sedangkan menurut Lukitasari (2018) menyatakan bahwasannya lumut ini memiliki talus yang lebar dengan ukuran lebih dari 5 mm. Terdapat reseptakel jantan dan betina dengan ukuran yang relatif kecil kurang dari 0,2 cm.



Gambar 4.17 *Marchantia paleacea* (A,B,C) Gambar Pengamatan, (B1) Arkegonium, (B2) Arkegoniofor, (C1) Talus, (C2) Takik, (D) Gambar Literatur (Lukitasari, 2018)

Klasifikasi *Marchantia paleacea* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Marchantiophyta

Class : Marchantiopsida

Order : Marchantiales

Family : Marchantiaceae

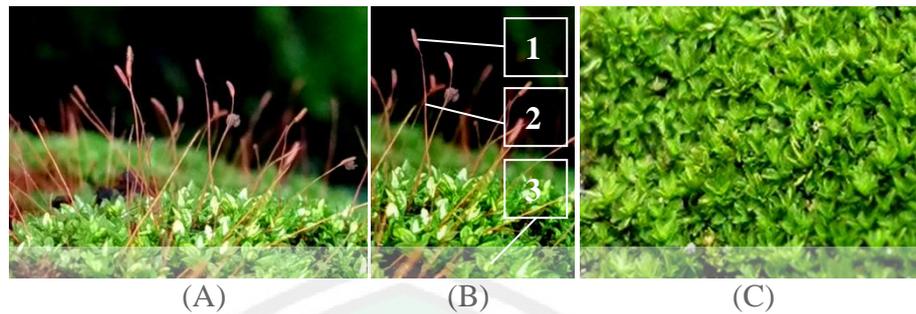
Genus : Marchantia

Species : *Marchantia paleacea*

i. Spesimen 18 (*Hyophila involuta*)

Spesies *Hyophila involuta* memiliki ciri morfologi diantaranya daun berwarna hijau muda sampai tua, dengan ujung runcing dan tepi rata. Daun tersusun melingkar menyerupai bunga dan menempel pada batang. Batang berukuran kecil berwarna coklat. Seta pada lumut ini berwarna kemerahan dengan panjang sekitar 1-2 cm, dan kapsul yang ditemukan juga berwarna merah kecoklatan dengan bentuk lonjong. Lumut ini dijumpai pada substrat bebatuan dan hidup bergerombol satu sama lain.

Hyophila involuta memiliki gametofit berupa talus berwarna hijau muda, dengan ujung daun meruncing (acutus), betepi rata (integer) dan terdapat costa atau penguat pada daun yang terletak pada tengah daun. Memiliki seta yang berwarna merah kecoklatan dengan panjang berkisar 1,5 cm serta kapsul berbentuk silinder (Salamah dkk., 2019). Lumut ini dapat ditemukan pada berbagai habitat seperti tanah, batu, batang kayu, dinding, tepi sungai, dan pada hutan yang memiliki vegetasi yang teduh (Bowman, 2017).



Gambar 4.18 *Hyophila involuta* (A&B) Gambar Pengamatan, (B1) Kapsul, (B2) Seta, (B3) Talus, (C) Gambar Literatur (Sujadmiko, 2018)

Klasifikasi *Hyophila involuta* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Pottiales

Family : Pottiaceae

Genus : *Hyophila*

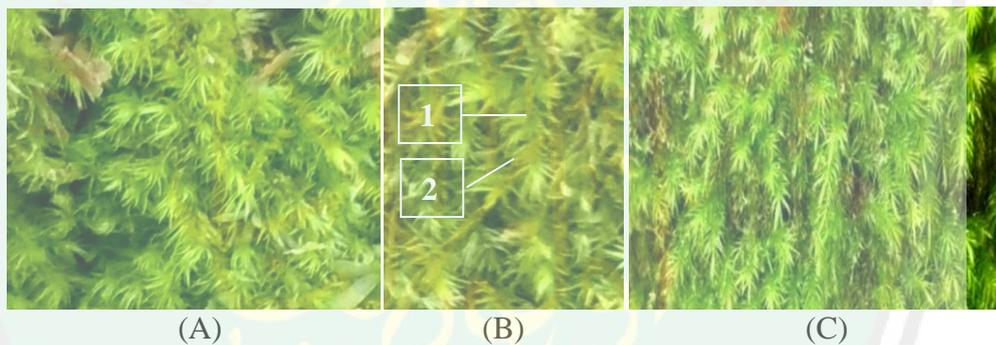
Species : *Hyophila involuta*

4.1.3 Jalur Jolotundo (Barat)

a. Spesimen 19 (*Leucobryum glaucum*)

Spesies *Leucobryum glaucum* memiliki ciri morfologi diantaranya gametofit berupa daun yang tumbuh berselang-seling (kanan-kiri) dari pangkal batang sampai dengan ujung batang. Daun berwarna hijau muda mengkilap, bertepi rata, pangkal daun tumpul dan ujung daunnya runcing. Saat dilakukan pengamatan, hanya dijumpai fase gametofit saja dan tidak ditemui fase sporofit. Lumut ini ditemukan menempel pada batang kayu dan ada yang berada di tanah.

Ciri khas lumut ini gametofit berbentuk layaknya daun yang tumbuh lebat pada batang serta menggantung apabila ukurannya sangat panjang, berwarna hijau terang mengkilap, pangkal daun rata dan meruncing pada ujung daunnya. (Novianti, 2014). Habitat tumbuhan lumut ini tumbuh secara berkelompok pada substrat tanah, kayu lapuk, dan tepian batu (Bowman, 2017). Lumut ini dapat dijadikan sebagai bioindikator lingkungan sebagaimana Lin dkk., (2017) dengan menunjukkan respon terhadap ion logam berat ataupun polutan dengan berubahnya kandungan klorofil dan peningkatan laju pertahanan air.



Gambar 4.19 *Leucobryum glaucum* (A&B) Gambar Pengamatan, (B1) Batang, (B2) Daun, (C) Gambar Literatur (Holyoak, 2004)

Klasifikasi *Leucobryum glaucum* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Dicranales

Family : Leucobryaceae

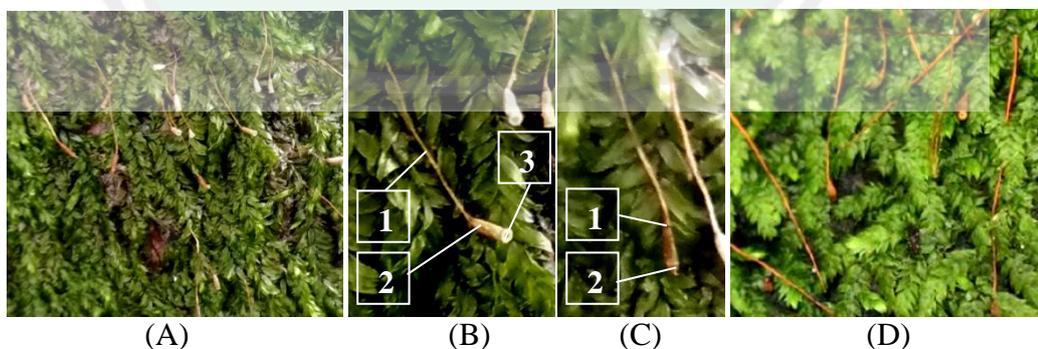
Genus : *Leucobryum*

Species : *Leucobryum glaucum*

b. Spesimen 20 (*Ectropothesium falciforme*)

Spesies *Ectropothesium falciforme* memiliki ciri morfologi talus berupa lembaran daun berwarna hijau-kekuningan, bertepi rata, dan ujungnya meruncing. Batangnya berukuran kecil berwarna kekolatan dan menjalar pada substrat yang ditempatinya. Ketika dijumpai di lokasi pengamatan, lumut ini sedang dalam fase gametofit dan sporofit. Seta pada lumut ini memanjang ke atas, berwarna coklat dan terdapat kapsul di atasnya. Kapsul berbentuk seperti tabung memanjang dan berwarna coklat. Lumut ini mendiami area tanah dengan kondisi lembab ataupun menempel pada pohon yang masih hidup.

Menurut Bartram (1939) *Ectropothesium falciforme* yang tergolong dalam kelas Bryophyta memiliki talus berbentuk seperti daun, dengan ujung daun meruncing, berwarna hijau-kekuningan serta mengkilap. Terdapat cabang pada batangnya dengan susunan yang teratur, dan cenderung mengecil pada bagian ujung cabangnya. Lumut ini hidup pada area yang terbuka dan sangat sering ditemui menempel pada batang kayu, bebatuan, atau melekat pada daun (Endang dkk., 2020).



Gambar 4.20 *Ectropothesium falciforme* (A,B,C) Gambar Pengamatan, (B1) Seta, (B2) Sporangium, (B3) Gigi perisitom, (C1) Apofisis, (C2) Kaliptra, (D) Gambar Literatur (Atherton dkk., 2010)

Klasifikasi *Ectropothecium falciforme* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Hypnales

Family : Hypnaceae

Genus : *Ectropothecium*

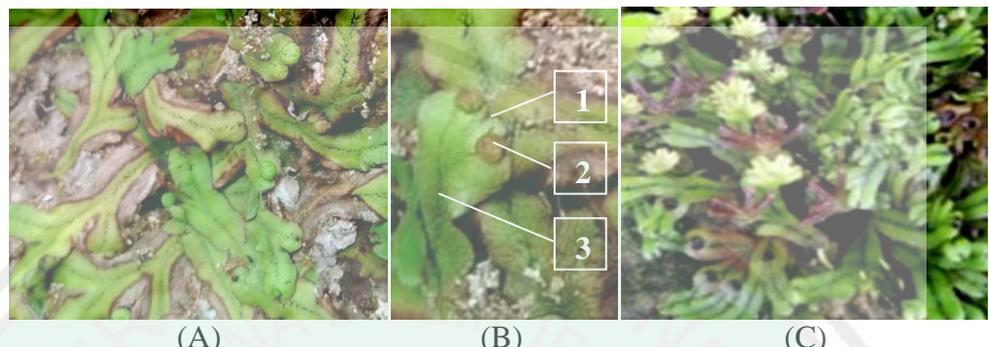
Species : *Ectropothecium falciforme*

c. Spesimen 21 (*Marchantia treubii*)

Spesies lumut ini memiliki ciri morfologi antara lain talusnya berbentuk seperti lembaran pita, berwarna hijau mengkilap, memiliki percabangan pada talusnya, pada bagian tengah talus terdapat garis berwarna hitam dari pangkal sampai ujung talus. Saat diamati lumut ini dalam fase gametofit dan tidak ditemukan fase sporofit sehingga struktur seta, arakegonium, antheridium maupun sporangiumnya tidak dapat teramati. Sementara itu ditemukan bagian gemmae cup berbentuk mangkuk dan terlihat jelas berada di ujung talus dan terdapat lekukan kecil yang menjorok ke dalam dalam di bagian ujung talus. Lumut ini ditemukan di substrat tanah pada ketinggian sekitar 1400 mdpl.

Marchantia treubii memiliki ciri khas yakni terdapat garis hitam-keunguan pada bagian tengah talus, dari pangkal sampai ujung talusnya. Terdapat lekukan (takik) pada bagian ujung talusnya, biasanya 3 sampai 4 lekukan (Rizal, 2016). Lumut ini dapat ditemukan di tanah, batu, atau di tempat terbuka dengan kondisi kelembapan yang cukup pada ketinggian antara 800 sampai 1600 mdpl. Lumut ini

tersebar di Indonesia yang meliputi Jawa, Sumatra, Pulau Sunda Kecil, Kalimantan, dan Malaysia (Siregar dkk., 2013).



Gambar 4.21 *Marchantia treubii* (A&B) Gambar Pengamatan, (B1) Takik, (B2) Gemmae cup, (B3) Talus, (C) Gambar Literatur (Siregar dkk., 2013)

Klasifikasi *Marchantia treubii* yaitu (USDA, 2006):

- Kingdom : Plantae
- Division : Marchantiophyta
- Class : Marchantiopsida
- Order : Marchantiales
- Family : Marchantiaceae
- Genus : Marchantia
- Species : *Marchantia treubii*

d. Spesimen 22 (*Bryum capillare*)

Spesies *Bryum capillare* memiliki ciri morfologi diantaranya bentuk talusnya menyirip menyerupai sebuah daun, tepinya rata, dan ujungnya meruncing lancip. Talusnya berwarna hijau muda sampai hijau tua transparan, tersusun melingkar

dari pangkal batang sampai ujung batang. Oleh karenanya jika dilihat dari sisi atas, maka akan tampak seperti bunga yang sedang mekar. Batangnya berukuran kecil dengan panjang mencapai 1-2 cm. Saat dijumpai di lokasi, lumut ini sedang dalam fase gametofit, sehingga tidak dijumpai tangk seta dan sporangium pada generasi sporofitnya. Lumut ini ditemukan di substrat tanah saling bergerombol dan hidup bergabung dengan lumut jenis lainnya.

Menurut Febriansah (2019) *Bryum capillare* memiliki daun berbentuk lanset dengan tepi rata, berwarna hijau muda hingga tua transparan, dan ujung daunnya meruncing tajam. Ciri khasnya terletak pada susunan daunnya rapat dan membentuk sebuah spiral serta pada bagian tepi daun terdapat penebalan.. Lumut ini hidup diatas permukaan tanah, bebatuan, susbstrat yang diperkaya oleh nitrogen, atau pada habitat yang mengandung cekaman (Bowman, 2017). Lumut ini memiliki beberapa macam zat aktif sebagaimana dijelaskan Onsbali & Gocken (2020) bahwa *Bryum capillare* mengandung senyawa antimikroba, antioksidan, dan anti kanker yang dapat digunakan dalam industri agrikultur dan kosmetik.



Gambar 4.22 *Bryum capillare* (A&B) Gambar Pengamatan, (B) Talus (C) Gambar Literatur (Holyoak, 2004)

Klasifikasi *Bryum capillare* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Bryophyta

Class : Bryopsida

Order : Bryales

Family : Bryaceae

Genus : Bryum

Species : *Bryum capillare*

e. Spesimen 23 (*Cyathodium smaragdinum*)

Spesies *Cyathodium smaragdinum* memiliki ciri morfologi diantaranya talusnya tipis, berwarna hijau muda, bertepi rata, dan terdapat percabangan di bagian ujung talusnya. Saat ditemukan di lokasi, lumut ini sedang dalam fase gametofit dan tidak ditemukan fase sporofit. Lumut ini dijumpai menempel pada substrat tanah dan bebatuan yang memiliki kondisi lembab.

Ciri khusus yang dimiliki oleh lumut ini yakni memiliki bentuk percangan talus menyerupai kipas dan terbelah menjadi dua dan terdapat granula di permukaan talusnya (Borovichev 2019). Lebih jelas Grandstein (2011) menjelaskan *Cyathodium smaragdinum* memiliki struktur talus yang tipis, memiliki warna hijau terang, terdapat pori-pori yang tersebar di hampir seluruh permukaan talus, memiliki ukuran panjang dan lebar berturut-turut antara 5-6 mm dan 3-4 mm. Alat kelamin jantan (antheridium) terletak pada ujung talus, sementara alat kelamin betina (arkegonium) terbenam pada permukaan talus.



(A)

(B)

Gambar 4.23 *Cyathodium smaragdinum* (A) Gambar Pengamatan 1. Talus, 2. Takik, (B) Gambar Literatur (Holyoak, 2004)

Klasifikasi *Cyathodium smaragdinum* yaitu (USDA, 2006):

Kingdom : Plantae

Division : Marchantiophyta

Class : Marchantiopsida

Order : Marchantiales

Family : Cyathodiaceae

Genus : *Cyathodium*

Species : *Cyathodium smaragdinum*

4.2 Jenis Tumbuhan Lumut yang Terdapat di Jalur Pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur

Lumut (*Bryophyta*) yang ditemukan di jalur pendakian Gunung Penanggungan berjumlah 23 jenis spesies lumut dari 16 famili berbeda yang dijelaskan dalam tabel 4.1. Hasil pengamatan Tumbuhan Lumut di jalur pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Jenis-Jenis Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) yang Ditemukan di Gunung Penanggungan, Jawa Timur

Suku	Nama Jenis	Habitat	Jumlah Individu		
			T	K	J
Notothyladaceae	<i>Notothylas javanicus</i>	Terrestrial	68	0	0
Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum lyelli</i>	Arboreal	43	0	0
Fissidentaceae	<i>Fissidens dubbius</i>	Terrestrial	34	0	0
	<i>Fissidens viridulus</i>	Terrestrial	0	4	0
	<i>Fissidens sp.</i>	Terrestrial	0	5	0
Lejeuneceae	<i>Lopholejuanea sp.</i>	Arboreal	33	0	0
Octoblepharaceae	<i>Octoblepharum albidum</i>	Arboreal	8	0	19
Anthocerotaceae	<i>Anthoceros sp.</i>	Terrestrial	27	0	0
Aytoniaceae	<i>Asterella marginata</i>	Terrestrial	37	0	0
Mniaceae	<i>Pohlia campetrotrachela</i>	Arboreal	10	0	0
Arnelliaceae	<i>Gongylanthus indicus</i>	Terrestrial	4	6	0
Pottiaceae	<i>Barbula indica</i>	Terrestrial/ Arboreal	0	154	16
	<i>Hyophila involuta</i>	Terrestrial	0	49	0
Hylocomiaceae	<i>Rhytidiadelphus sp.</i>	Terrestrial	0	16	0
Marchantiaceae	<i>Dumortiera hirsuta</i>	Terrestrial	0	1	0
	<i>Marchantia paleacea</i>	Terrestrial	0	5	0
	<i>Marchantia treubii</i>	Terrestrial	0	0	7
Cyathodiaceae	<i>Cyathodium smaragdinum</i>	Terrestrial	0	0	20
Hypnaceae	<i>Ectropothecium sp.</i>	Terrestrial	0	13	0
	<i>Isopterygium sp.</i>	Terrestrial	0	20	0
	<i>Ectropothecium falciforme</i>	Arboreal	0	0	36
	<i>Leucobryum glaucum</i>	Arboreal	0	0	159
Bryaceae	<i>Bryum capillare</i>	Terrestrial	0	0	12
$\Sigma = 16$	$\Sigma = 23$		264	273	269

Keterangan : **T** = Jalur Tamiajeng, **K** = Jalur Kunjorowesi, **J** = Jalur Jolotundo

Perolehan jumlah individu tumbuhan lumut (*Bryophyta*) di tiga jalur pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur terpaut tidak terlalu jauh. Jalur Tamiajeng diperoleh total jumlah individu sebanyak 264, jalur Kunjorowesi diperoleh total individu sebanyak 273, dan di jalur Jolotundo diperoleh total individu sebanyak 269. Berdasarkan jumlah individu lumut di ketiga jalur

tersebut, jalur Kunjorowesi merupakan jalur yang paling banyak ditumbuhi oleh lumut. Jalur Kunjorowesi didominasi oleh spesies *Barbula indica* dengan jumlah sebanyak 154 individu.

Melimpahnya spesies *Barbula indica* di jalur Kunjorowesi tidak lepas dari adanya faktor biologis yang berasal dari spesies itu sendiri atau dapat disebabkan oleh lingkungan di sekitarnya. Spesies *Barbula indica* yang berasal dari kelas *Musci* (lumut daun), memiliki mekanisme pertahanan hidup yang baik dari segala kondisi lingkungan sebagaimana pendapat dari Purwani (2017) bahwa lumut dari golongan *Musci* mampu bertahan hidup dalam kondisi yang lembab dan cenderung kering. Selain itu, lumut dari golongan *Musci* memiliki rhizoid untuk menempel di berbagai substrat seperti bebatuan yang sangat keras ataupun substrat pohon yang memiliki kandungan inang yang berbeda-beda. Hal itulah yang menjadikan spesies *Barbula indica* di jalur Kunjorowesi dapat hidup di substrat terestrial dan arboreal, serta memiliki jumlah koloni terbanyak di jalur tersebut.

Hal serupa juga diperoleh dari jalur Jolotundo (Sisi Barat) dengan perolehan koloni lumut sebanyak 159 individu dari spesies *Leucobryum glaucum* yang berasal dari suku Leucobryaceae. Besarnya jumlah koloni lumut *Leucobryum glaucum* dikarenakan lingkungan tempat hidup spesies *Leucobryum glaucum* sangat sesuai, seperti kelembapan berkisar antara 75-77%, dekat dengan sumber mata air Jolotundo, dan jalur tersebut memiliki vegetasi pohon yang rimbun dan digunakan sebagai substrat bagi lumut tersebut untuk hidup. Hal tersebut sependapat dengan Batista dkk., (2018) yang menyatakan respon lumut terhadap

kondisi lingkungan akan mencerminkan strategi dan aspek fisiologisnya untuk tetap tumbuh sesuai dengan kondisi lingkungannya.

Sementara itu jumlah perolehan koloni lumut terendah didapat di jalur Kunjorowesi (Sisi Utara) dengan perolehan koloni lumut sebanyak 1 dari spesies *Dumortiera hirsuta* yang berasal dari suku Marchantiaceae. Sedikitnya jumlah koloni lumut *Dumortiera hirsuta* dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya yaitu, masih banyaknya aktivitas manusia yang melewati jalur tersebut guna kepentingan produksi ternak dan perkebunan, suhu udara yang tinggi berkisar antara 29°-33° Celcius, kelembapan lingkungan dan substrat yang rendah. Suhu pada lingkungan akan mempengaruhi persebaran lumut dan peningkatan elevasi atau sudut kemiringan juga akan menyebabkan penurunan suhu di lingkungan tersebut (Wati dkk., 2016).

4.3 Indeks Keanekaragaman Lumut (*Bryophyta*) di Tiga Jalur Pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur

Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) di tiga jalur pendakian Gunung Penanggungan memiliki nilai yang berbeda-beda (Tabel 4.2). Nilai Indeks keanekaragaman terhadap masing-masing jalur diantaranya, jalur Tamiajeng (Sisi Selatan) diperoleh nilai sebesar $\hat{H} = 1,9709$, jalur Kunjorowesi (Sisi Utara) diperoleh nilai sebesar $\hat{H} = 1,4468$, dan jalur Jolotundo (Sisi Barat) diperoleh nilai sebesar $\hat{H} = 1,3619$. Perbedaan nilai Indeks keanekaragaman di tiap jalur tersebut tidak lepas dari adanya faktor biotik dan abiotik yang dapat mendukung tumbuhan lumut dapat hidup dengan baik pada lingkungan yang ditempatinya.

Tabel 4.2 Nilai Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Lumut di Tiga Jalur Pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur

No.	Jalur Pendakian	H'	Keterangan
1.	Tamiajeng	1,97	Sedang
2.	Kunjorowesi	1,44	Sedang
3.	Jolotundo	1,36	Sedang

Indeks keanekaragaman Tumbuhan Lumut tertinggi berada di jalur Tamiajeng (Sisi Selatan) dengan $\hat{H}= 1,97$ dan tergolong kategori sedang. Spesies lumut yang mendominasi di jalur Tamiajeng yakni spesies *Notothylas javanica* yang berasal dari suku Notothyladaceae sebanyak 68 koloni lumut. Faktor yang dapat menyebabkan jalur Tamiajeng didominasi oleh vegetasi pohon yang akan mempengaruhi kondisi iklim mikro dibawahnya, sehingga kondisi di bawah naungan kanopi tersebut menjadi lebih lembab. Variasi pohon memberikan substrat yang lebih banyak bagi lumut dan diameter pohon memberikan substrat yang lebih luas bagi lumut untuk menempel (Rengganis, 2015). Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Satiyem (2012) tentang keberagaman lumut di lereng Gunung Merapi dengan ditemukan sebanyak 11 jenis lumu dengan nilai H' 0,89 dengan Indeks Keanekaragaman bernilai sedang.

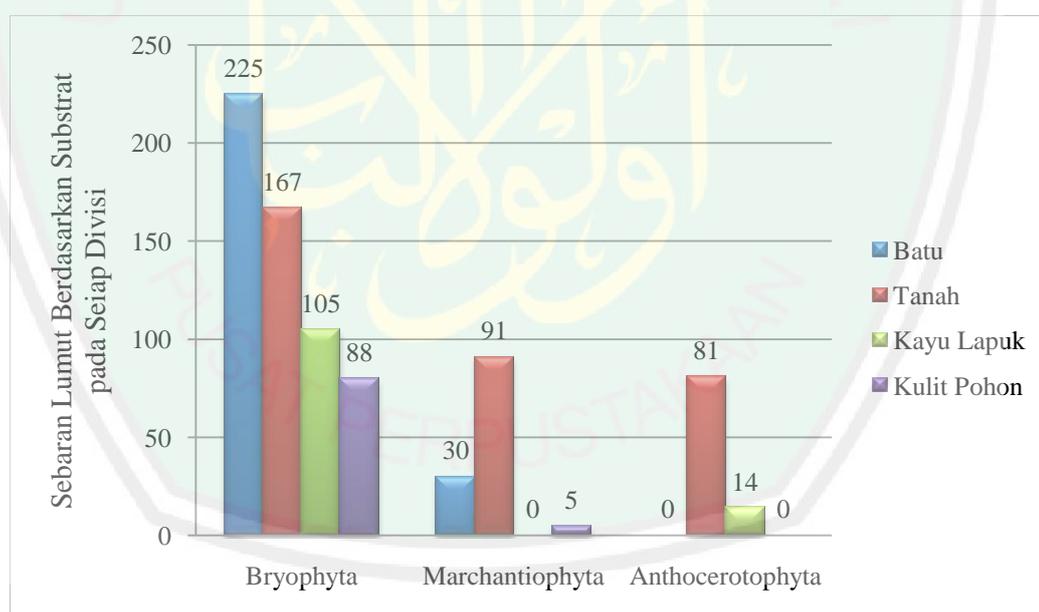
Sementara itu Indeks keanekaragaman dengan nilai terendah berada di jalur Jolotundo (Sisi Barat) dengan $\hat{H}= 1,36$ yang tergolong dalam kategori sedang. Spesies lumut yang mendominasi di jalur Jolotundo yakni dari spesies *Leucobryum glaucum* dari suku Leucobryaceae sebanyak 159 koloni. Rendahnya nilai Indeks keanekaragaman lumut di Jalur Jolotundo dikarenakan masih tingginya aktivitas warga dalam mengelola perkebunan di dekat hutan yang

menjadi habitat lumut untuk hidup. Selain itu, Jolotundo bukan hanya sebagai jalur pendakian namun juga merupakan tempat wisata pemandian umum dan tempat ritual bagi orang hindu untuk bersembahyang. Jadi dapat dimungkinkan banyak dari pengunjung yang tanpa sadar menginjak tumbuhan lumut dan kehadirannya akan menyebabkan bertambahnya polutan yang berasal dari kendaraan pengunjung. Keberagaman tumbuhan lumut cenderung semakin sedikit seiring dengan tingginya tingkat polutan disekitarnya. Hal itulah yang menjadi alasan bahwasannya lumut *Leucobryum glaucum* dapat dijadikan sebagai salah satu spesies bioindikator baik buruknya sebuah lingkungan (Lin dkk., 2017).

Keanekaragaman tumbuhan lumut (*Bryophyta*) sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya dan membutuhkan syarat penting untuk memenuhi proses kehidupannya (Wati dkk., 2016). Diantara faktor abiotik yang dibutuhkan oleh tumbuhan lumut untuk tumbuh dan menunjang kehidupannya adalah suhu, kelembapan dan intensitas cahaya (Tjitrosoepomo, 1991). Kawasan Gunung Penanggungan di Jawa Timur memiliki suhu berkisar antara 28-34°C, kelembapan udara berkisar antara 58-67%, dan intensitas cahaya berkisar dari 265-670 lux (Pratiknyo, 2016). Selain ketiga faktor diatas, faktor tutupan kanopi pohon juga sangat berpengaruh terhadap keanekaragaman tumbuhan lumut (*Bryophyta*) di suatu kawasan. Tutupan kanopi oleh pohon yang rapat dapat menyebabkan intensitas cahaya yang masuk ke dalam tanah akan cenderung rendah, sehingga akan berdampak pada suhu dan kelembapan yang berada di bawah naungan kanopi tersebut (Fajriah, 2018).

4.4 Persebaran Tumbuhan Lumut pada Berbagai Tipe Substrat di Gunung Penanggungan, Jawa Timur

Sebaran tumbuhan lumut (*Bryophyta*) di tiga jalur pendakian Gunung Penanggungan didominasi oleh substrat tanah (Gambar 4.24). Divisi lumut yang memiliki sebaran lengkap baik di substrat terestrial (batu, tanah) dan arboreal (kulit pohon & kayu lapuk) adalah dari divisi Bryophyta. Diantara jenis lumut yang ditemukan di substrat terestrial adalah dari divisi Bryophyta (lumut daun), divisi Marchantiophyta (lumut hati), dan divisi Anthocerotophyta (lumut tanduk). Sementara itu untuk jenis lumut yang ditemukan di substrat arboreal dari divisi Bryophyta (lumut daun) dan divisi Marchantiophyta (lumut hati).



Gambar 4.24 Sebaran Tumbuhan Lumut Berdasarkan Tipe Substrat pada Tiap Divisi di Gunung Penanggungan, Jawa Timur

Sementara itu divisi lumut yang mendiami substrat arboreal (kulit pohon & kayu lapuk) di Gunung Penanggungan adalah dari golongan Marchantiophyta dan

Anthocerotophyta. Beberapa jenis pohon yang menjadi inang bagi kedua divisi tersebut diantaranya adalah pohon mahoni, mangga, randu, dan kaliandra. Diantara semua substrat yang dihuni oleh semua lumut, substrat arboreal menjadi substrat yang paling sedikit dihuni oleh lumut dari semua divisi. Salah satu faktor penyebabnya adalah diduga karena jenis pohon yang dijadikan inang untuk pertumbuhan lumut tidak sesuai dengan karakternya, sehingga banyak dari lumut tersebut lebih banyak hidup pada substrat terestrial seperti tanah, batu dan kayu lapuk. Lumut yang hidup secara arboreal sangat dipengaruhi oleh karakter fisik maupun kimia inangnya, tekstur luar batang, tingkat kapilaritas air pada kulit batang, dan keasaman pada kulit batang (Khotimperwati dkk., 2015). Oleh karenanya terdapat sebagian jenis lumut yang hanya hidup pada pohon inang tertentu.

Sebaran lumut dari divisi Bryophyta yang terdapat di Gunung Penanggungan memiliki persentase terbanyak dibandingkan dengan jumlah lumut dari divisi Marchantiophyta dan Anthocerotophyta. Hal tersebut dikarenakan divisi Bryophyta lebih mampu beradaptasi dengan lingkungan sekitar yang kurang mendukung untuk kehidupannya. Menurut Wahyuni (2010) menyatakan bahwasannya lumut dari divisi Bryophyta lebih *survive* terhadap lingkungan yang kering, keras dan kasar seperti (batu, aspal, dan tembok semen), serta dapat menempati tanah terbuka. Substrat batu menjadi posisi tertinggi dari divisi Bryophyta sebanyak 225 koloni dan di susul oleh substrat tanah, kayu lapuk dan kulit pohon. Hal tersebut dikarenakan substrat bebatuan di lokasi tumbuhnya

lumut memiliki naungan yang cukup, sehingga dapat mempertahankan kondisi suhu dan kelembabannya agar tetap stabil.

Pertumbuhan koloni lumut pada dasarnya dipengaruhi oleh susbstrat yang digunakannya untuk tumbuh (Fajriah, 2018). Lumut yang di temukan di sekitar jalur pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur banyak ditemukan pada substrat terrestrial (tanah, batu) daripada substrat arboreal (kulit pohon & kayu lapuk). Semua jenis lumut yang ditemukan di Gunung Penanggungan, susbstrat tanah merupakan substrat yang paling banyak ditumbuhi oleh lumut dan menduduki posisi tertinggi dibandingkan dengan substrat lainnya. Sementara itu substrat yang paling sedikit ditumbuhi oleh lumut adalah substrat kulit pohon.

4.5 Pola Distribusi Tumbuhan Lumut di Tiga Jalur Pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur

Nilai Indeks Morisita Tumbuhan Lumut (Bryophyta) di tiga jalur pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur memiliki nilai yang berbeda-beda (Tabel 4.3). Jalur Tamiajeng memiliki nilai Indeks Morisita (Id) antara 11,91-66,33 dengan pola distribusi mengelompok, jalur Kunjorowesi memiliki nilai Indeks Morisita (Id) antara 4,16-∞ dengan pola distribusi mengelompok, serta jalur Joloundo memiliki nilai Indeks Morisita sebesar 5,09-29,59 dengan pola distribusi mengelompok. Pola distribusi suatu organisme dikatakan mengelompok apabila nilai Indeks Morisita (Id) bernilai lebih dari 1 (Wahidah dkk., 2015). Sementara itu pola distribusi mengelompok menggambarkan kondisi keberadaan individu pada area tertentu akan meningkatkan resiko terbentuknya kelompok individu baru yang sama di titik lain yang berada di dekatnya (Vellak, 2003).

Tabel 4.3 Pola Distribusi Tumbuhan Lumut di Jalur Pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur

Jalur Pendakian	Nama Jenis	Id	X _{hitung}	X _{tabel}	Pola Distribusi
Tamiajeng	<i>Nothotylas javanica</i>	11,91	803,41	66,33	Mengelompok
	<i>Orthotrichum lyellii</i>	14,23	597,83	66,33	Mengelompok
	<i>Fissidens dubbius</i>	27,68	913,70	66,33	Mengelompok
	<i>Lopholejeunea</i> sp.	23,50	752,03	66,33	Mengelompok
	<i>Octoblepharum albidum</i>	57	399	66,33	Mengelompok
	<i>Anthoceros</i> sp.	17,83	463	66,33	Mengelompok
	<i>Asterella marginata</i>	16,1	581,43	66,33	Mengelompok
	<i>Pohlia camptotrachela</i>	32,11	289	66,33	Mengelompok
	<i>Gongylantus indicus</i>	66,33	199	66,33	Mengelompok
Kunjorowesi	<i>Barbula indica</i>	4,16	636,66	66,33	Mengelompok
	<i>Rhytidiadelphus</i> sp.	30,35	455,25	66,33	Mengelompok
	<i>Fissidens viridulus</i>	41,33	124	66,33	Mengelompok
	<i>Fissidens</i> sp.	62,25	249	66,33	Mengelompok
	<i>Dumortiera hirsuta</i>	∞	49	66,33	Seragam
	<i>Gongylantus indicus</i>	16,46	82,33	66,33	Mengelompok
	<i>Ectropothecium</i> sp.	54,08	649	66,33	Mengelompok
	<i>Isopterygium</i> sp.	15,47	294	66,33	Mengelompok
	<i>Marchantia paleacea</i>	62,25	249	66,33	Mengelompok
Jolotundo	<i>Hyophila involuta</i>	34,86	1673,4	66,33	Mengelompok
	<i>Leucobryum glaucum</i>	5,09	804,34	66,33	Mengelompok
	<i>Ectropothecium falciforme</i>	21,95	768,44	66,33	Mengelompok
	<i>Octoblepharum albidum</i>	18,61	428,16	66,33	Mengelompok
	<i>Barbula indica</i>	18,68	280,25	66,33	Mengelompok
	<i>Marchantia treubii</i>	29,59	177,57	66,33	Mengelompok
	<i>Bryum capillare</i>	15,06	165,66	66,33	Mengelompok
	<i>C. smaragdinum</i>	18,10	344	66,33	Mengelompok

Hasil uji Chi-square (X_{hitung}) yang diperoleh menunjukkan nilai yang berbeda di setiap jalurnya (Tabel 4.3). Jalur Tamiajeng diperoleh nilai 199-913,70, jalur Kunjorowesi diperoleh nilai 49-1673,4, dan jalur Jolotundo diperoleh nilai 165,66-804,34. Setelah hasil uji Chi-square (X_{hitung}) dibandingkan dengan X_{tabel} diperoleh dua pola distribusi lumut yang berbeda, yakni pola distribusi seragam dan pola distribusi mengelompok. Pola distribusi mengelompok dimiliki oleh semua spesies lumut, terkecuali spesies lumut *Dumortiera hirsuta* dengan pola distribusi seragam.

Perbedaan pola distribusi lumut di jalur pendakian Gunung Penanggungan dapat disebabkan oleh faktor biotik ataupun abiotiknya. Pola distribusi seragam pada lumut *Dumortiera hirsuta* dapat terjadi karena kondisi lingkungan di jalur Kunjorowesi kurang mendukung untuk pertumbuhan lumut lumut tersebut, sebagaimana Wati dkk., (2016) menjelaskan bahwa suhu pada lingkungan akan mempengaruhi persebaran lumut dan peningkatan elevasi atau sudut kemiringan juga akan menyebabkan penurunan suhu di lingkungan tersebut. Kondisi suhu lingkungan pada siang hari di jalur Kunjorowesi dapat mencapai 33° C yang akan berpengaruh terhadap kondisi kelembaban lingkungan di sekitarnya serta minimnya naungan kanopi untuk pertumbuhan lumut dibawahnya, yang nantinya akan berdampak terhadap lumut yang kurang bisa bertahan pada kondisi tersebut.

Kondisi sebaliknya terjadi pada semua jenis lumut kecuali spesies *Dumortiera hirsuta* yang memiliki pola distribusi mengelompok. Hal yang menjadikan pola distribusi Tumbuhan Lumut di jalur pendakian Gunung Penanggungan cenderung mengelompok adalah disebabkan oleh keadaan faktor

fisik lingkungan ataupun dari kondisi biologis tumbuhan lumut itu sendiri, sebagaimana Valente (2013) menyatakan bahwasannya faktor fisik (abiotik) menjadi faktor yang paling berpengaruh dalam pola distribusi tumbuhan dalam suatu kawasan. Faktor fisik tersebut diantaranya iklim, intensitas cahaya, suhu, dan kelembaban lingkungan. Ketersediaan air pada habitat lumut juga turut mempengaruhi pola persebarannya di alam (Song *et al*, 2015). Maka tidak heran jika Tumbuhan Lumut (Bryophyta) sangat menyukai daerah dengan kondisi yang cukup air dan memiliki kelembaban yang cukup untuk mendukung proses kehidupannya.

4.6 Keanekaragaman Lumut dalam Perspektif Islam

Penelitian mengenai Keanekaragaman tumbuhan lumut di Kawasan Gunung Penanggungan, Jawa Timur merupakan langkah awal dan dasar dalam mengungkap dan menggali potensi keanekaragaman hayati yang ada di alam semesta ini. Lingkungan hidup menjadi salah satu bagian terpenting dari aspek kehidupan yang mendapat kedudukan tinggi dalam islam. Pernyataan tersebut tertuang dalam Al-Quran surat Al-Baqarah ayat 26-27 yang berbunyi:

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةٌ فَمَا فَوْقَهَا ۚ فَأَمَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۗ يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۗ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴿٢٦﴾ الَّذِينَ يَنْقُضُونَ عَهْدَ اللَّهِ مِنْ بَعْدِ مِيثَاقِهِ وَيَقْطَعُونَ مَا أَمَرَ اللَّهُ بِهِ أَنْ يُوصَلَ وَيُفْسِدُونَ فِي الْأَرْضِ ۗ أُولَٰئِكَ هُمُ الْخَاسِرُونَ ﴿٢٧﴾

Artinya : "Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan : "Apakah

maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan? Dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah, dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. Dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik, (yaitu) orang-orang yang melanggar perjanjian Allah sesudah perjanjian itu teguh, dan memutuskan apa yang diperintahkan Allah (kepada mereka) untuk menghubungkannya dan membuat kerusakan di muka bumi. Mereka itulah orang-orang yang rugi.” (Q.S Al-Baqarah : 26-27) (Departemen Agama RI, 1993).

Menurut Shihab (2002) dalam *Tafsir Al-Misbah* Allah memberikan perumpamaan kepada manusia untuk menjelaskan segala hakikat dengan bermacam makhluk hidup dan benda, baik kecil maupun besar. Orang-orang yang tidak beriman menganggap remeh perumpamaan dengan makhluk-makhluk kecil seperti lalat dan laba-laba ini. Allah menjelaskan bahwa Dia tidak merasa enggan seperti yang dirasakan manusia, maka Dia pun tidak segan-segan untuk menggambarkan bagi hamba-hamba-Nya segala sesuatu yang dikehendaki-Nya meskipun dengan hal-hal yang sangat kecil. Allah dapat menjadikan nyamuk atau yang lebih rendah dari itu sebagai perumpamaan.

Lebih jelas Muhammad (2016) mengatakan ayat tersebut menjelaskan bahwasannya Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberikan petunjuk agar tidak tergolong ke dalam golongan orang-orang fasik, dimana salah satu petunjuk tersebut adalah dengan peduli terhadap lingkungan dan tidak membuat kerusakan di muka bumi (Muhammad, 2016). Berdasarkan ayat diatas sudah sangat jelas bahwasannya Islam sangat menjunjung tinggi terhadap perlindungan lingkungan hidup. Keanekaragaman hayati merupakan salah satu komponen lingkungan hidup yang memiliki peran penting bagi kelangsungan hidup organisme di bumi. Oleh

karenanya penting untuk dilakukan upaya perlindungan dan pelestarian terhadap keanekaragaman hayati tersebut agar keberadannya di alam tetap terjaga.

Salah satu contoh keanekaragaman hayati yang diciptakan oleh Allah adalah Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*). Lumut merupakan salah satu golongan tumbuhan berukuran kecil yang belum memiliki pembuluh vaskuler (jaringan pengangkut) dan belum memiliki akar, batang dan daun sejati (Kasiani *et al*, 2019). Namun dibalik ukurannya yang kecil, tumbuhan lumut (*Bryophyta*) memiliki manfaat yang besar baik bagi kelangsungan hidup manusia ataupun organisme lainnya. Kebermanfaatan tumbuh-tumbuhan sudah dijelaskan di dalam Al-Qur'an surat Az-Zumar ayat 21, yang berbunyi :

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ نُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطْمًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿٢١﴾

Artinya : “Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa Sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi Kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, Kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benarbenar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal.” (QS. Az-Zumar : 21). (Departemen Agama RI, 1993).

Menurut Shihab (2002) dalam *Tafsir Al-Misbah*, ayat di atas mengemukakan salah bukti tentang kuasa-Nya membangkitkan yang telah mati, Allah berfirman : *Apakah engkau siapa pun engkau tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan hujan dari langit, lalu Dia mengalirkannya di tanah menjadi mata air-mata air di bumi, kemudian satu hal yang lebih hebat lagi adalah Dia mengeluarkan yakni menumbuhkan - dengannya yakni disebabkan oleh air yang*

turun itu *tanam-tanaman* pertanian yang *bermacam-macam* jenis, bentuk, rasa dan warnanya walau air yang menumbuhkannya sama, *lalu ia menjadi kering* atau menguat dan tinggi *lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan* setelah sebelumnya segar kehijau-hijauan, *kemudian Dia menjadikannya hancur layu berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu* yakni proses yang silih berganti dari satu kondisi ke kondisi yang lain *benar-benar terdapat pelajaran* yang sangat berharga bagi Ulil Albab.

Ayat diatas berkaitan erat bahwasannya segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah di muka bumi ini memiliki fungsi dan manfaat yang sangat besar bagi kepentingan makhluknya. Salah satunya adalah Tumbuhan Lumut yang memiliki banyak sekali manfaat baik bagi manusia maupun organisme lain di alam. Salah satu peranan lumut dalam ekosistem di alam adalah mampu meningkatkan kemampuan dalam ekosistem hutan untuk menahan air dalam jumlah yang cukup dan menjadi bagian dari habitat bagi makhluk lainnya seperti hewan invertebrata, dan beberapa jenis anggrek (Bawaihanty *et al*, 2014). Selain itu, sebagian jenis lumut dapat digunakan sebagai obat untuk menyembuhkan luka bakar, memar, luka luar ataupun penyakit organ dalam seperti hepatitis (Nurmalinda & Kurnia, 2018).

Berkaitan dengan kedua ayat diatas Allah *Subhanahu Wa Ta'Ala* senantiasa menyuruh manusia untuk menggunakan akal nya guna mentadabburi, mengobservasi, memikirkan, menghayati, mengintrospeksi akan adanya sesuatu yang telah diciptakan oleh Allah. Allah berfirman di dalam Al-Quran surat Al-Ankabut ayat 7 yang berbunyi:

وَالَّذِينَ ءَامَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ لَنُكَفِّرَنَّ عَنْهُمْ سَيِّئَاتِهِمْ وَلَنَجْزِيَنَّهُمْ أَحْسَنَ الَّذِي كَانُوا

يَعْمَلُونَ ﴿٧﴾

Artinya: "Dan orang-orang yang beriman dan beramal saleh, benar-benar akan Kami hapuskan dari mereka dosa-dosa mereka dan benar-benar akan Kami beri mereka balasan yang lebih baik dari apa yang mereka kerjakan." (Q.S Al-Ankabut: 7) (Departemen Agama RI, 1993).

Menurut Syakhir (2014) dalam *Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir* menyatakan bahwasannya ayat tersebut merupakan janji dan kabar gembira dari Allah bagi orang-orang yang beriman kepada Allah dan rasul-Nya, dan setelah keimanannya dia melakukan amal shalih. Sungguh Kami akan mengampuni kesalahan-kesalahan yang telah mereka lakukan, dan kami akan memberi mereka pahala sebagai balasan atas kebaikan amal mereka. Jadi sebagai seorang manusia yang beriman, maka sepatutnya untuk selalu menegakkan apa yang Allah perintahkan seperti halnya beramal shalih sebagaimana contohnya melakukan sebuah riset yang nantinya akan memberikan informasi yang berguna baik dari sisi agama ataupun dari disiplin ilmu yang lain.

Seperti yang sudah dijelaskan di atas bahwasannya betapa Maha Besarnya Allah atas penciptaan alam semesta ini dan segala sesuatu yang Allah ciptakan di alam semesta ini sesuai dengan kadar dan ukuran yang telah ditetapkan, sehingga terciptalah suatu kesatuan yang seimbang. Keanekaragaman Tumbuhan lumut (Bryophyta) di Gunung Penanggungan menjadi salah satu keanekaragaman hayati di alam semesta ini juga sepatutnya dilindungi dan dilestarikan keberadaannya. Oleh karena itu perlunya menjaga keseimbangan ekosistem di kawasan Gunung Penanggungan dengan cara tidak merusak dan memanfaatkan sumber daya

seperlunya, agar tercipta keberlangsungan hidup yang seimbang diantara semua organisme.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Jenis-jenis tumbuhan lumut (*Bryophyta*) yang ditemukan di jalur pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur yakni sebanyak 23 jenis lumut dari tiga kelas yang berbeda. Tumbuhan lumut yang paling banyak ditemukan berasal dari kelas Bryopsida dengan jumlah 14 jenis, kelas Marchantiopsida berjumlah 7 jenis, dan paling sedikit dari kelas Anthocerotopsida berjumlah 2 jenis.
2. Keanekaragaman (H') Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) di jalur pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur tergolong sedang, yang menandakan struktur komunitas lumut di Gunung Penanggungan masih cukup stabil.
3. Pola distribusi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) yang terbentuk di tiga jalur pendakian Gunung Penanggungan, Jawa Timur cenderung mengelompok, dimana keberadaan individu lumut tersebut meningkatkan peluang terbentuknya individu yang sama pada suatu titik didekatnya.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah penelitian ini bukan hanya informasi mengenai jenis-jenis lumut, namun diharapkan dapat ikut serta menjaga kestabilan ekosistem di tiga jalur pendakian Gunung Pendakian Penanggungan, Jawa Timur agar tetap lestari dan senantiasa terjaga dari kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmaliadi, R.A, & Y.M. Hardianto. 2001. **Keadaan Hutan di Indonesia**. Bogor: Forest Watch Indonesia (FWI).
- Adebiyi, A.O, A.A Oyedeji, E.E Chikwendu & O.A Fatoke. 2012. Phytochemical Screening of Two Tropical Moss Plants: *Thidium gratum* P. Beauv and *Barbula indica* Brid Grown in Southwestern Ecological Zone of Nigeria. *American Journal of Analytical Chemistry*. 3: 836-839.
- Ahsan, Diena. 2010. **Keanekaragaman Varietas dan Hubungan Kekerabatan pada Tanaman Jati**. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Al-Maraghi , A. M. 1992. **Terjemah Tafsir Al-Maraghi 7**. Semarang: CV. Toha Putra Semarang.
- Anderson, L. E., H. A. Crum & Buck, W.R. 1990. List of Mosses of North America north of Mexico. *Bryologist*. 93:448-449.
- Ariyanti, Nunik S. & Sulistijorini. 2011. Contrasting Arboreal and Terrestrial Bryophytes Communities of The Mount Halimun Salak National Park, West Java. *Biotropika*. 18(2): 81-93.
- Atherton, I., S.D. Bousquet, & M. Lawley (Eds). 2010. **Mosses and liverworth of Britain and Ireland: a field guide**. Plymouth: British Bryological Society.
- Bahar, Hendra & M. Taufik. 2016. Remote Sensing Analysis Using Landsat 8 Data For Lithological Mapping - A Case Study In Mount Penanggungan, East Java, Indonesia. *The 2nd International Seminar on Science and Technology*. Postgraduate Program Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- Bartram, E.B. 1939. Mosses of The Philippinee. *The Philippinee Journal of Science*. 68(1): 1-437.
- Batista, Wanesa.V.S.M., K.C.Porto, & N.D. Santos. 2018. Distribution, Ecology, and Reproduction of Bryophytes in a Humid Enclave in the Semiared Region of Northeastern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*. Vol. 32, No. 2.
- Bawaihanty, Nuroh, Istomo & I. Hilwan. 2014. Keanekaragaman dan Peran Ekologi *Bryophyta* di Hutan Sesaot Lombok, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Svikultur Tropika*. 05(1):13-17.
- Bismark & Muriati. 2011. **Status konservasi dan formulasi strategi konservasi jenis-jenis pohon yang terancam punah (Uli, Eboni dan Michelia). Prosiding lokakarya Nasional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi Badan Litbang Kehutanan Bekerjaama dengan Itto**. FMIPA Biologi Universitas Tadulako Palu: Sulawesi Tengah. Skripsi.

- Borovichev, E., V. Bakalin & V.S. Nguyen. 2019. Note on *Cyathodium* (Hepaticae) in Vietnam. *Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation*. 10.17581/bp.2019.08103
- Bowman, Keith. 2017. **Field Guide to the Moss Genera in New Jersey With Coefficient of Conservation and Indicator Status**. New Jersey Department of Environmental Protection. New Jersey Forest Service: Office of Natural Lands Management.
- Brower, J.E & J.H. Zar. 1977. **Field and Laboratory Methods For General Ecology**. Dubuque: W.M.C. Brown Company Publisher.
- Campbell, Reece. 2010. **Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2**. Jakarta: Erlangga.
- Chairunnisa', S.M. Suleman & R. Pitopang. 2018. Distribution Pattern And Density of "MPIRE" *Caryota mitis* Lour. Palm In Lore Lindu National Park Central Sulawesi. *Natural Science: Journal of Science and Technology*. 7(1):71-80.
- Damayanti, L. 2006. **Koleksi Bryophyta Taman Lumut Kebun Raya Cibodas**. Cibodas: UPT Balai Konservasi Tumbuhan.
- Departemen Agama RI. 1993. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung : Gema Risalah Press.
- Direktorat Pendayaan Pulau-Pulau Kecil. 2015. from [http:// www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index. php/public c/pulau info/295](http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public_c/pulau_info/295). Diakses 6 Oktober 2020.
- Endang, Titi, Jumiati, Pramesti I.A, & Dyah. 2020. Inventarisasi Jenis-Jenis Lumut (Bryophyta) di Daerah Aliran Sungai Kabura-Burana Kecamatan Batauga Kabupaten Kabupaten Buton Selatan. *Jurnal Biologi Tropis*. 20(2):161-172.
- Fachrul, M .F. 2007. **Metode Sampling Bioekologi**. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fajri, M. Tajudin. 2018. **Kenakeragaman Lumut (Bryophyta) Disekitar Kawasan Wisata Air Terjun Tumpak Sewu Kabupaten Lumajang**. Jurusan Biologi Fakultas sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Skripsi.
- Fajriah, Rizkina. 2018. **Keanekaragaman Lumut (Bryophytes) pada Berbagai Substrat di Kawasan Sungai Pucok Kreung Raba Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar Sebagai Referensi Praktikum Ekologi Tumbuhan**. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK) Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam-Banda Aceh. Skripsi.
- Fatma, N. Yuliasari & T.EY. Nedeak. Penggunaan Lumut (*Octoblepharum albidum* Hedw) Untuk Menyerap Fenol Dari Limbah Pengeboran Minyak Bumi. *Jurnal Penelitian Sains*. 17: 66-75.

- Febriansah, Repik. 2019. **Inventarisasi Tumbuhan Lumut di Kawasan Air Terjun Parangkikis Desa Gambiran Kecamatan Pegerwojo Tulungagung**. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Tulungagung. Skripsi.
- Febrianti, G.N. 2015. **Identifikasi Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Di Lingkungan Universitas Jember Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks**. Universitas Negeri Jember. Skripsi.
- Fitria, R., S. Kamal & Eriawati. 2018. Keanekaragaman Lumut (Bryophytes) Pada Berbagai Substrat Di Kawasan Sungai Pucok Krueng Raba Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. ISBN: 978-602-60401-9-0.
- Fuller & Carothers. 1994. **The Plant Word**. USE: By Holt.
- Glime, J. 2006. **Bryophyte Ecology**. Ebook Sponsored: Michigan Technological University.
- Google Earth. 2020. <https://earth.google.com/web/>. Di akses Februari 2020.
- Gradstein, S.R. & D.P Costa. 2003. **The Liverworts and Hornworts of Brazil**. New York: The New York Botanical Garden Press.
- Gradstein, S.R. 2011. **Guide To The Liverworts and Hornworts of Java**. Bogor: SEAMEO BRYOTROP.
- Haig, David. 2016. Living Together And Living Apart : The Sexual Lives Of Bryophytes. *Philosophical Transaction B. Soc. B 371: 20150535*.
- Hasan, M. & Ariyanti. 2004. **Mengenal (Bryophyta) di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango**. Cibodas: Balai Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.
- Hasanuddin & Mulyadi. 2014. **Botani Tumbuhan Rendah**. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Hasanuddin & Mulyadi. 2015. **Botani Tumbuhan Rendah**. Banda Aceh: USK Press.
- Hasmiati, W., Adnan, F. Hiola. 2018. Potential of Bryophyta Diversity in Enrekang Regency as a Learning Source in Senior High School. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*. hal : 257-262.
- Hernandez, R., J. Kluge, C. Ah-Peng & M.G.M. Juana. 2019. Natural and Human-impacted Diversity of Bryophytes Along an Elevational Gradient on an Oceanic Island (La Palma, Canarias). *PLoS ONE*. 14(4): e0213823.
- Hidayat, Dani. 2010. **Terjemahan Tafsir Jalalain Ebook**. Tasikmalaya.
- Holyoak, D.T. 2004. **The Bryophytes of Cornwall And The Isles of Scilly**. Crocego Press, Praze en-Beeble.
- Ignatov, M.S., E.A. Ignatov, Kuznetsova, I. Oxana, Fedosov & E. Vladimir. 2019. On Moss Genera *Hylocomiadelphus* Ochyra & Stebel and *Rhytidiadelphus* (Limpr.) Warnst. *Acta Mus. Siles. Science, Nature*. 68:123-134.

- Jauhari, Thanthawi. 1931. **Al-Jawāhir fī Tafsīr Al-Qur'an Al-Karīm**. Beirut: Dar al-Fikr. 1350 H.
- Kasiani, B. Afriyansyah, L. Juairiah & F.I. Windadri. 2019. Keanekaragaman Dan Rekaman Baru Jenis Lumut Di Pulau Sumatra. *Jurnal Floribunda*. Vol. 6(3):85-92.
- Khotimperwati, L., R. Rahardian, Baskoro & K. Karyadi. 2015. Perbandingan Komposisi Tumbuhan Lumut Epifit Pada Hutan Alam, Kebun Kopi dan Kebun Teh di Sepanjang Gradien Ketinggian Gunung Ungaran, Jawa Timur. *Bioma*. 17(2):83-93.
- Kockinger, H. & H. Heike. 2017. **Pohlia camptotrachela (Renauld Cardot) Broth**. In: Swissbryophytes Working Group (Hrsg.), Moosflora der Schweiz, www.swissbryophytes.ch, compiled 30/01/2020
- Krebs, C.J. 1989. **Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. New York: Third Edition.
- Kusmana, Cecep. 2015. Keanekaragaman Hayati (Biodiversitas) Sebagai Elemen Kunci Ekosistem Kota Hijau. *Jurnal ProSem Masy Biodiv Indon*. 1(8):1749.
- Lin, X., L. Chen, X. Hu, S. Feng, L. Huang, G. Quan, X. Wei & S.T. Yang. 2017. **Toxicity of Graphene Oxide To White Moss *Leucobryum glaucum***. RSC Advances Paper. 2017.7.50287
- Lukitasari, Marheny. 2018. **Mengenal Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Deskripsi, Klasifikasi, Potensi Dan Cara Mempelajarinya**. Magetan : CV. AE MEDIA GRAFIKA.
- Melati, F.F. 2007. **Metode Sampling Bioekologi**. Jakarta: Bumi Aksara.
- Mondia, F., P.H. Nasuha, R.S. Utami & Mulyadi. 2018. Pola Penyebaran Tumbuhan Herba di Kawasan Pegunungan Deudap Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2018*. ISBN: 978-602-60401-9-0.
- Muftikah, D.M. 2019. **Tumbuhan Obat Perspektif Al-Quran (Kajian Tafsir Sains Al-jawahir Fi Tafsir Al-Quran Al-Karim)**. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Salatiga. Skripsi.
- Muhammad, S.G. 2016. Biodiversity Protection on Islamic Law. *Jurnal Hukum dan Peradilan*. 5(1): 73-90.
- Mulyani, E., L.K. Perwati & Murningsih. 2015. Lumut Daun Epifit Di Zona Tropik Kawasan Gunung Ungaran. *Jurnal Bioma*. 16(2):76–82.
- Nadhifah, A., M.I. Surya. 2016. A Preliminary Study of Bryophytes in Enggano Island, Bengkulu, Indonesia. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*. 8(2):1-6.
- Najmi, Indah. 2009. **Taksonomi Tumbuhan Tingkat Rendah, Schyzophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pterydophyta**. Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Institut Keguruan Ilmu Pendidikan PGRI Jember.

- Novianti. 2014. **Inventarisasi Lumut (Bryophyta) di Kawasan Hutan Sungai Teluk Sahang Kelurahan Kanarakan Tangkiling Kota Palangka Raya**. Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Palangka Raya. Skripsi.
- Nurmalinda, Sarah & Kurnia, Sri Agung Fitri. 2018. Penggunaan Secara Etnofarmasi Dan Farmakologi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*). *Jurnal Farmaka*. 17(1):21-25.
- Odum, E.P. 1994. **Dasar-Dasar Ekologi**. Edisi Ketiga. Terjemahan Tjahjono Samingar. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Onsbali, D. & G. Yuvali. 2020. In vitro medicinal potentials of *Bryum capillare*, a moss sample, from Turkey. *Saudi Journal of Biological Science*. 10(1)
- Pariipurno, E.T., G. Pradana, W. Putra, & G.P. Hartono. 2018. New nomenclature of Mt. Penanggungan stratigraphy, Pasuruan and Mojokerto Regency, East Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. No. 212.
- Pasaribu, N., E.S. Siregar, W. Rahmi. 2018. Species of Leavy in Protected Forest of Simancik 1, Regency of Deli Serdang, North Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 130 (2018) 012051.
- Polunin, N. 1990. **Pengantar Geografi Tumbuhan dan Beberapa Ilmu Serumpun**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pratiknyo, P. 2016. Hidrogeologi Kawasan Cagar Budaya Gunung Penanggungan. *Jurnal Teknologi Mineral*. 28(1):27-39.
- Purwani, Esti. 2017. Penyusunan Modul Biologi SMA Berbasis Metakognisi Pada Materi *Plantae* Melalui Identifikasi *Bryophyta* di Kawasan Air Terjun Grojogan Sewu Karangayar. *Prosiding Seminar Nasional SIMBIOSIS (II) p-ISSN : 9772599121008 e-ISSN : 9772613950003*
- Rahmawati, Y.R. 2018. Penyusunan Buku Deskripsi Ragam Lumut di Lingkungan SMAN 1 Pundong Sebagai Media Pembelajaran Biologi. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi*. Volume 7. No.1.
- Raihan, C., Nurasih, & Zahara, N. 2018. Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Di Air Terjun Peucari Bueng Jantho Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. ISBN: 978-602-60401-9-0.
- Raihan, Cut. 2018. **Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Di Air Terjun Peucari Bueng Kota Jantho Kabupaten Aceh Besar Sebagai Referensi Praktikum Matakuliah Botani Tumbuhan Rendah**. Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam, Banda Aceh. Skripsi.
- Reeb, C., L. Marline, L. Rabeau, A. Andrimamantena, R.L. Andriamiarisoa, Ranarijaona, H.L. Ranarijaona, T. Pocs. 2018. A Survey of Marchantiales From Madagascar. *Acta Biologica Plantarum Agriensis*. 6:3-72..
- Rengganis, Aditiya. 2015. **Struktur Komunitas Lumut Epifit Berdasarkan Tipe Vegetasi Hutan**. Institut Pertanian Bogor. Skripsi.

- Ridhwan, M. 2012. Tingkat Keanekaragaman Hayati dan Pemanfaatannya di Indonesia. *Jurnal Biology Education*. 1(1):1-4.
- Rizal, M. 2016. **Inventarisasi Pola Persebaran dan Keanekaragaman Bryophyta di Kawasan Wisata Dholo, Kabupaten Kediri**. Universitas Nisantara PGRI Kediri. Artikel Skripsi.
- Rukhlani, N.C.S & S.C.K. Rubasinghe. 2013. A Preliminary Survey of Bryophytes in The Central Province of Sri Lanka. *Ceylon Journal of Science*. 42(1): 67-72.
- Ruklani, N.C.S., S.C.K. Rubasinghe & J.C. Villareal. 2016. Two new records of Sri Lankan hornworts, *Notothylas javanica* (Notothyladaceae) and *Megaceros flagellaris* (Dendrocerotaceae). *Bryologie*. 37(4): 435-444
- Salamah, Z., H. Sasongko, E. Zulianti. 2019. Diversity of *Bryophyte* in the Selarong Cave Area, Bantul, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Biology and Education*. 2(1): 35-39.
- Satiyem. 2010. Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Pada Berbagai Ketinggian Hubungannya Dengan Kondisi Lingkungan Di Wilayah Lereng Selatan Gunung Merapi Pasca Erupsi. *Jurnal Eksperimen*. 12 (3):7.
- Setyobudi, Wahyu. 2017. **Inventarisasi Tumbuhan Lumut Di Air Terjun Wonoasri Desa Bangun Kecamatan Munjungan Kabupaten Trenggalek**. Universitas Nisantara PGRI Kediri. Artikel Skripsi.
- Shihab, M. Q. 2002. **Tafsir Al-Mishbah**. Jakarta: Lentera Hati.
- Siregar, E.S., N.S. Ariyanti & S.S. Tjitrosoedirdjo. The Liverwort Genus *Marchantia* (Marchantiaceae) of Mount Sibayak North Sumatra, Indonesia. *Biotropia*. 20(2): 73-80.
- Soderstrom, L., G. Grandstein, & A. Hagborg. 2014. Checklist of the hornworts and liverworts of Java. *Phytotaxa*. 9(1): 53-149.
- Song, L., W. Zhang Ma, Y. Yuan Lin, L. Wen, Y., Su Li, K. Chen, L. Hua-Zheng, C. Min, S. Zhen Hua, T. Zhen Hong & N. Akihiro. 2015. Bole Bryophyte Diversity and Distribution Patterns along Three Altitudinal Gradients in Yunnan, China. *Journal of Vegetation Science*. 10.(1111).
- Sporn, S.G. 2018. Epiphytic Bryophytes in Natural Forest and Cacao Agroforest of Central Sulawesi, Indonesia. *Biodiversity and Ecology Series B*. 3(1): 1-112.
- Sujadmiko, H. & P.E. Vitara. 2018. Diversity of Bryophyte at Junior and Senior High Schools Environment in Yogyakarta City for Supporting The Implementation of Curriculum 2013 in Applicative Biology Learning. *AIP Conference Proceedings*. No. 02.0030.
- Sulisetijono. 2011. **Bahan Ajar Botani Tumbuhan Lumut**. Malang : UM Press.
- Syakhir, Syaikh Ahmad. 2014. **Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir**. Jakarta : Darus Sunnah Press, Jilid 1, Cet. 2.

- Tati, S.S. 2014. Peran Pengetahuan Lokal Tentang Keanekaragaman Hayati dan Pembelajaran Biologi. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 1989. **Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pterydophyta)**. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 1996. **Taksonomi Tumbuhan**. Yogyakarta : UGM Press.
- Tjitrosoepomo, Siti Sutami. 1986. **Botani Umum 2**. Bandung: Angkasa.
- USDA, NRCS. 2006. The PLANTS Database, Version 5.1.1. Data compiled from various sources by Mark W.Skinner. National Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA. <http://plants.usda.gov/>. Diakses 22 Oktober 2020.
- Valente, E.B. 2013. Diversity and Distribution of The Bryophyte Flora in Mountane Forest in The Chapada Diamantina Region of Brazil. *Acta Botanica Brasillica*. 27(3): 506-518.
- Vellak, K., J. Paal & J. Liira. 2003. Diversity and Distribution Pattern of Bryophytes and Vascular Plants in a Boreal Spruce Forest. *Silva fenica research article*. 37(1).
- Wahidah, B.F., Murhadi, Rusmadi & Z. Jawar. 2015. Pola Distribusi dan Keanekaragaman Jenis Pohon di Kebun Raya Lemor Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. *Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan*. ISBN 978-602-72245-0-6.
- Wahyudi, D. 2008. **Distribusi dan Kerapatan Edelwise Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru**. Malang: UIN Press.
- Wahyuni, Indah. 2010. **Lumut Terrestrial dan Ganggang Asosiasinya di Kebun Raya Bogor**. Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Waldi, Ryo. 2017. **Inventarisasi Lumut di Kawasan Perkebunan Karet PTPN 7 Desa Sabah Balau, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung**. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Skripsi.
- Wati, T.K., B. Kriswardianta & A. Sulistyarsi. 2016. Keanekaragaman Hayati Tanaman Lumut (*Bryophytha*) Di Hutan Sekitar Waduk Kedung Brubus Kecamatan Pilang Keceng Kabupaten Madiun. *Jurnal Florea*. 3(1).
- Wijaya, A. 2010. **Penggunaan Tumbuhan Sebagai Bioindikator Dalam Pemantauan Pencemaran Udara**. Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Surabaya. Research Paper.
- Zhu, R.L. & S.R. Grandstein. 2005. A monograph of the genus *Lopholejeunea* (Hepaticae) in Asia. *Systematic Botany Monographs*. 74: 1-98.

Lampiran 1. Hasil Penelitian

Tabel 1. Jumlah Spesies lumut yang ditemukan di jalur Tamiajeng (Selatan)

Plot	Spesies/Habitat								
	Sp1/t	Sp2/a	Sp3/t	Sp4/a	Sp5/a	Sp6/t	Sp7/t	Sp8/a	Sp9/t
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	7	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	3	0	0	0	0	0	0
9	2	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	16	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	20	0	0	0	0	0
15	0	2	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	4	0	0	0	0	0
18	0	3	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	14	0	0	8	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	6	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	9	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	6	0	0	0	0	0	0
28	23	0	0	0	0	1	0	0	0
29	8	0	24	0	0	0	0	0	0
30	19	0	1	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	12	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	9	3	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	7	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	5	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	17	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 1. Lanjutan

Plot	Spesies/Habitat								
	Sp1/t	Sp2/a	Sp3/t	Sp4/a	Sp5/a	Sp6/t	Sp7/t	Sp8/a	Sp9/t
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	9	0	0	4
43	0	0	0	0	0	0	5	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Jumlah	68	43	34	33	8	27	37	10	4
Jumlah Total									264

Keterangan :

t = terrestrial, a = arboreal

Sp1 : *Nothotylas javanica*

Sp2 : *Ortrhotrichum lyellii*

Sp3 : *Fissidens dubbius*

Sp4 : *Lopholejuanea sp.*

Sp5 : *Octoblepharum albidum*

Sp6 : *Anthoceros sp.*

Sp7 : *Asterella marginata*

Sp8 : *Pohlia camptotrachela*

Sp9 : *Gongylanthus indicus*

Tabel 2. Jumlah Spesies lumut yang ditemukan di jalur Kunjorowesi (Utara)

Plot	Spesies/Habitat									
	Sp1(a/t)	Sp2/t	Sp3/t	Sp4/t	Sp5/t	Sp6/t	Sp7/t	Sp8/t	Sp9/t	Sp10/t
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 2. Lanjutan

Plot	Spesies/Habitat									
	Sp1(a/t)	Sp2/t	Sp3/t	Sp4/t	Sp5/t	Sp6/t	Sp7/t	Sp8/t	Sp9/t	Sp10/t
12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2	11	3	0	0	0	0	0	0	0
17	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
22	19	0	0	5	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
39	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
40	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	8	5	0
43	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
47	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	154	16	4	5	1	6	13	20	5	49
Jumlah Total										273

Keterangan :

a = arboreal, t = terrestrial

Sp1 : *Barbula indica*

Sp2 : *Rhytidiadelphus sp.*

Sp3 : *Fissidens viridulus*

Sp4 : *Fissidens sp.*

Sp5 : *Dumortiera hirsuta*

Sp6 : *Gongylantus indicus*

Sp7 : *Ectropothesium sp.*

Sp8 : *Isopterygium sp.*

Sp9 : *Marchantia paleacea*

Sp10 : *Hyophila involuta*

Tabel 3. Jumlah Spesies lumut yang ditemukan di jalur Jolotundo (Barat)

Plot	Spesies/Habitat						
	Sp1/a	Sp2/a	Sp3/t	Sp4/t	Sp5/t	Sp6/t	Sp7/t
1	23	0	0	0	0	0	0
2	5	17	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	12	0	0	0	0	0	0
5	6	0	0	0	0	0	0
6	0	16	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	10	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
13	29	0	0	0	0	0	0
14	5	0	0	0	0	0	0
15	4	0	0	0	0	0	0
16	11	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	10	0	0	0	0	0	0
19	0	3	0	0	0	0	0
20	8	0	0	0	0	0	0
21	3	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	3	7	0	0	0
25	11	0	0	0	0	0	0

Tabel 3. Lanjutan

Plot	Spesies/Habitat						
	Sp1/a	Sp2/a	Sp3/t	Sp4/t	Sp5/t	Sp6/t	Sp7/t
26	0	0	0	0	0	0	0
27	19	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	4	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	6	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	4	0	0
34	13	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	5	0	0	0
39	0	0	0	0	3	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	1	0
43	0	0	0	0	0	3	5
44	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	2	0
46	0	0	0	0	0	1	0
47	0	0	0	0	0	0	8
48	0	0	0	0	0	5	0
49	0	0	0	0	0	0	7
50	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	159	36	19	16	7	12	20
Jumlah Total							269

Keterangan :

a = arboreal, t = terrestrial

Sp1 : *Leucobryum glaucum*

Sp2 : *Ectropothesium falciforme*

Sp3 : *Octoblepharum albidum*

Sp4 : *Barbula indica*

Sp5 : *Marchantia treubii*

Sp6 : *Bryum capillare*

Sp7 : *Cyathodium smaragdinum*

Lampiran 2. Data Nilai Indeks Keanekaragaman

Tabel 1. Data Nilai Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) di Jalur Tamiajeng (Selatan)

No.	Spesies	Ni	PI = ni/N	LN PI	PI. LN PI	\hat{H}
1.	<i>Nothotylas javanica</i>	68	0,25757	-1,35644	-0,34939	0,34939
2.	<i>Orthotrichum lyellii</i>	43	0,16287	-1,81475	-0,29558	0,29558
3.	<i>Fissidens dubbius</i>	34	0,12878	-2,04959	-0,26396	0,26396
4.	<i>Lopholejeunea</i> sp.	33	0,125	-2,07944	-0,25993	0,25993
5.	<i>Octoblepharum albidum</i>	8	0,03030	-3,49651	-0,10595	0,10595
6.	<i>Anthoceros</i> sp.	27	0,10227	-2,28011	-0,23319	0,23319
7.	<i>Asterella marginata</i>	37	0,14015	-1,96503	-0,27540	0,27540
8.	<i>Pohlia camptotrachela</i>	10	0,03787	-3,27336	-0,12399	0,12399
9.	<i>Gongylanthus indicus</i>	4	0,01515	-4,18965	-0,06348	0,06348
Jumlah		264				1,97088

Tabel 2. Data Nilai Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) di Jalur Kunjorowesi (Utara)

No.	Spesies	Ni	PI = ni/N	LN PI	PI. LN PI	\hat{H}
1.	<i>Barbula indica</i>	154	0,564103	-0,57252	-0,32296	0,32296
2.	<i>Rhytidiadelphus</i> sp.	16	0,058608	-2,83688	-0,16626	0,16626
3.	<i>Fissidens viridulus</i>	4	0,014652	-4,22318	-0,06188	0,06188
4.	<i>Fissidens</i> sp.	5	0,018315	-4,00003	-0,07326	0,07326
5.	<i>Dumortiera hirsuta</i>	1	0,003663	-5,60947	-0,02055	0,02055
6.	<i>Gongylanthus indicus</i>	6	0,021978	-3,81771	-0,08391	0,08391
7.	<i>Ectropothecium</i> sp.	13	0,047619	-3,04452	-0,14498	0,14498
8.	<i>Isoptergyum</i> sp.	20	0,07326	-2,61374	-0,19148	0,19148
9.	<i>Marchantia paleacea</i>	5	0,018315	-4,00003	-0,07326	0,07326
10.	<i>Hyophila involuta</i>	49	0,179487	-1,71765	-0,3083	0,3083
Jumlah		273				1,44683

Tabel 3. Data Nilai Indeks Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) di Jalur Jolotundo (Barat)

No.	Spesies	Ni	PI = ni/N	LN PI	PI. LN PI	\hat{H}
1.	<i>Leucobryum glaucum</i>	159	0,591078	-0,52581	-0,31079	0,31079
2.	<i>Ectropothecium falciforme</i>	36	0,133829	-2,01119	-0,26916	0,26916
3.	<i>Octoblepharum albidum</i>	19	0,070632	-2,65027	-0,18719	0,18719
4.	<i>Barbula indica</i>	16	0,05948	-2,82212	-0,16786	0,16786
5.	<i>Marchantia treubii</i>	7	0,026022	-3,6488	-0,09495	0,09495
6.	<i>Bryum capillare</i>	12	0,04461	-3,1098	-0,13873	0,13873
7.	<i>Cyathodium smaragdinum</i>	20	0,074349	-2,59898	-0,19323	0,19323
Jumlah		269				1,36191

Lampiran 3. Data Pola Distribusi Tumbuhan Lumut

Tabel 1. Pola Distribusi Tumbuhan Lumut di Jalur Tamiajeng

Nama Jenis	Jumlah Individu dalam Plot (x)	Frekuensi f(x)	f(x).x	X ²
<i>Nothotylas javanica</i>	0	44	0	0
	10	1	10	100
	2	1	2	4
	6	1	6	36
	23	1	23	529
	8	1	8	64
	19	1	19	361
	Jumlah	50	68	1094
	Id	11,9		
X_{hitung}	803,41			
<i>Orthotrichum lyellii</i>	0	44	0	0
	7	1	7	49
	1	1	1	1
	16	1	16	256
	2	1	2	4
	3	1	3	9
	14	1	14	196
	Jumlah	50	43	515
Id	14,23			
X_{hitung}	597,83			
<i>Fissidens dubbius</i>	0	46	0	0
	3	1	3	9
	6	1	6	36
	24	1	24	576
	1	1	1	1
	Jumlah	50	34	622
Id	27,68			
X_{hitung}	913,7			
<i>Lopholejeunea</i> sp.	0	47	0	0
	20	1	20	400
	4	1	4	16
	9	1	9	81
	Jumlah	50	33	497
Id	23,5			
X_{hitung}	752,03			

Tabel 1. Lanjutan

Nama Jenis	Jumlah Individu dalam Plot (x)	Frekuensi f(x)	f(x).x	X ²
<i>Octoblepharum albidum</i>	0	49	0	0
	8	1	8	64
	Jumlah	50	8	64
	Id	57		
	X_{hitung}	399		
<i>Anthoceros sp.</i>	0	46	0	0
	1	1	1	1
	12	1	12	144
	5	1	5	25
	9	1	9	81
	Jumlah	50	27	251
	Id	17,83		
	X_{hitung}	463		
<i>Asterella marginata</i>	0	46	0	0
	9	1	9	81
	17	1	17	289
	5	1	5	25
	6	1	6	36
	Jumlah	50	37	431
	Id	16,1		
	X_{hitung}	581,43		
<i>Pohlia camptotrachela</i>	0	48	0	0
	3	1	3	9
	7	1	7	49
	Jumlah	50	10	58
	Id	32,11		
	X_{hitung}	289		
<i>Gongylanthus indicus</i>	0	49	0	0
	4	1	4	16
	Jumlah	50	4	16
	Id	66,33		
	X_{hitung}	199		

Tabel 2. Pola Distribusi Tumbuhan Lumut di Jalur Kunjorowesi

Nama Jenis	Jumlah Individu dalam Plot (x)	Frekuensi f(x)	f(x).x	X ²
<i>Barbula indica</i>	0	30	0	0
	9	1	9	81
	4	1	4	16
	6	1	6	36
	20	1	20	400
	12	1	12	144
	3	1	3	9
	9	1	9	81
	2	1	2	4
	2	1	2	4
	20	1	20	400
	19	1	19	361
	10	1	10	100
	13	1	13	169
	9	1	9	81
	8	1	8	64
	2	1	2	4
2	1	2	4	
2	1	2	4	
1	1	1	1	
1	1	1	1	
	Jumlah	50	154	1964
	Id	4,16		
	X_{hitung}	636,66		
<i>Rhytidiadelphus sp.</i>	0	48	0	0
	5	1	5	25
	11	1	11	121
	Jumlah	50	16	146
	Id	30,35		
	X_{hitung}	455,25		
<i>Fissidens viridulus</i>	0	48	0	0
	3	1	3	9
	1	1	1	1
	Jumlah	50	4	10
	Id	41,33		
	X_{hitung}	124		

Tabel 2. Lanjutan

Nama Jenis	Jumlah Individu dalam Plot (x)	Frekuensi f(x)	f(x).x	X ²
<i>Fissidens</i> sp.	0	49	0	0
	5	1	5	25
	Jumlah	50	5	25
	Id	62,25		
	X_{hitung}	249		
<i>Dumortiera hirsuta</i>	0	49	0	0
	1	1	1	1
	Jumlah	50	1	1
	Id	∞		
	X_{hitung}	49		
<i>Gongylantus indicus</i>	0	46	0	0
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	2	1	2	4
	Jumlah	50	6	10
	Id	16,46		
X_{hitung}	82,33			
<i>Ectropothecium</i> sp.	0	49	0	0
	13	1	13	169
	Jumlah	50	13	169
	Id	54,08		
	X_{hitung}	649		
<i>Isopterygum</i> sp.	0	46	0	0
	2	1	2	4
	8	1	8	64
	5	1	5	25
	5	1	5	25
	Jumlah	50	20	118
	Id	15,47		
X_{hitung}	294			
<i>Marchantia paleacea</i>	0	49	0	0
	5	1	5	25
	Jumlah	50	5	25
	Id	62,25		
	X_{hitung}	249		

Tabel 2. Lanjutan

Nama Jenis	Jumlah Individu dalam Plot (x)	Frekuensi f(x)	f(x).x	X ²
<i>Hyophila involuta</i>	0	47	0	0
	4	1	4	16
	40	1	40	1600
	5	1	5	25
	Jumlah	50	49	1641
	Id	34,86		
	X_{hitung}	1673,4		

Tabel 3. Pola Distribusi Tumbuhan Lumut di Jalur Jolotundo

Nama Jenis	Jumlah Individu dalam Plot (x)	Frekuensi f(x)	f(x).x	X ²
<i>Leucobryum glaucum</i>	0	36	0	0
	23	1	23	529
	5	1	5	25
	12	1	12	144
	6	1	6	36
	29	1	29	841
	5	1	5	25
	4	1	4	16
	11	1	11	121
	10	1	10	100
	8	1	8	64
	3	1	3	9
	11	1	11	121
	19	1	19	361
	13	1	13	169
	Jumlah	50	159	2561
Id	5,09			
	X_{hitung}	804,34		
<i>Ectropothecium falciforme</i>	0	47	0	0
	17	1	17	289
	16	1	16	256
	3	1	3	9
	Jumlah	50	36	554
Id	21,95			
	X_{hitung}	768,44		

Tabel 3. Lanjutan

Nama Jenis	Jumlah Individu dalam Plot (x)	Frekuensi f(x)	f(x).x	X ²
<i>Octoblepharum albidum</i>	0	47	0	0
	10	1	10	100
	5	1	5	25
	9	1	9	81
	Jumlah	50	24	206
	Id	18,61		
	X_{hitung}	428,16		
<i>Barbula indica</i>	0	47	0	0
	7	1	7	49
	4	1	4	16
	5	1	5	25
	Jumlah	50	16	90
	Id	18,68		
	X_{hitung}	280,25		
<i>Marchantia treubii</i>	0	48	0	0
	4	1	4	16
	3	1	3	9
	Jumlah	50	7	25
	Id	29,59		
		X_{hitung}	177,57	
<i>Bryum capillare</i>	0	45	0	0
	1	1	1	1
	3	1	3	9
	2	1	2	4
	1	1	1	1
	5	1	5	25
	Jumlah	50	12	40
Id	15,06			
	X_{hitung}	165,66		
<i>Cyathodium smaragdinum</i>	0	47	0	0
	5	1	5	25
	8	1	8	64
	7	1	7	49
	Jumlah	50	20	138
	Id	18,1		
	X_{hitung}	344		

Lampiran 4. Jalur Pendakian Gunung Penanggungan

a. Jalur Pendakian Tamiajeng (Sisi Selatan)



Gambar 1. Jalur Tamiajeng berupa jalan setapak dengan vegetasi rumput dan semak-semak. Substrat lumut kebanyakan berada di batu dan tanah

b. Jalur Pendakian Kunjorowesi (Sisi Utara)



Gambar 2. Jalur Kunjorowesi didominasi oleh tanah, akar pohon dan hanya sedikit bebatuan. Lumut yang ditemukan di jalur ini kebanyakan berada di substrat tanah dan kayu lapuk.

c. Jalur Pendakian Jolotundo (Sisi Barat)



Gambar 3. Jalur Jolotundo memiliki kontur jalur yang mirip dengan dengan jalur Kunjorowesi, namun pada jalur ini terdapat banyak bebatuan dan bangunan candi yang digunakan sebagai substrat lumut untuk tumbuh



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Firman Firdaus
NIM : 16620050
Program Studi : Biologi
Semester : 8 TA. 2019/2020
Pembimbing : Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si
Judul Skripsi : Inventarisasi dan Pola Distribusi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) di Sekitar Kawasan Gunung Penanggungan Jawa Timur

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	17 Desember 2019	Studi Pendahuluan & Judul	
2.	15 Januari 2020	Revisi Pendahuluan & Tinjauan pustaka	
3.	9 Februari 2020	BAB III Metode penelitian	
4.	14 Februari 2020	Revisi Metode penelitian	
5.	28 Februari 2020	Revisi BAB III	
6.	27 Oktober 2020	Pembahasan hasil BAB IV	
7.	3 November 2020	Revisi BAB IV Hasil & Pembahasan	
8.	11 November 2020	BAB V (Penutup) dan Lampiran	

Pembimbing Skripsi,

Muhammad Asmuni Hasyim, M. Si
NIDT. 19870522201802011232

Malang, 7 Desember 2020
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.
NIP. 19751106200912 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Firman Firdaus
NIM : 16620050
Program Studi : Biologi
Semester : 9 TA. 2019/2020
Pembimbing : Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si
Judul Skripsi : Keanekaragaman dan Pola Distribusi Tumbuhan Lumut (Bryophyta) di Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	14 Februari 2020	Integrasi ayat BAB I	
2.	21 Februari 2020	Revisi ayat dan tafsir BAB I	
3.	9 Maret 2020	Perbaikan integrasi pendahuluan BAB I	
4.	9 November 2020	Integrasi ayat BAB IV	
5.	15 November 2020	Revisi Integrasi ayat BAB I & BAB IV	

Pembimbing Skripsi,

Oky Bagas Prasetyo, M. PDI
NIDT. 19890113 20180201 1 244

Malang, ... Desember 2020
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.
NIP. 197410182003122002