

**STUDI KEANEKARAGAMAN LUMUT KERAK (*LICHENS*)
DI HUTAN WISATA UMBUL JUMPRIT
SEBAGAI BOOKLET BIOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan Pada Program Studi Pendidikan
Biologi**



Oleh:

ROBITHOH RANITIA FITRIANI

NIM: 2108086020

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

**STUDI KEANEKARAGAMAN LUMUT KERAK (*LICHENS*)
DI HUTAN WISATA UMBUL JUMPRIT
SEBAGAI BOOKLET BIOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan Pada Program
Studi Pendidikan Biologi**

Oleh:

ROBITHOH RANITIA FITRIANI

NIM: 2108086020

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Robithoh Ranitia Fitriani

NIM : 2108086020

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**"STUDI KEANEKARAGAMAN LUMUT KERAK DI HUTAN
WISATA UMBUL JUMPRIT
SEBAGAI BOOKLET BIOLOGI"**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuai bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 30 Juni 2025



Pernyataan

[Signature]
Robithoh Ranitia Fitriani

NIM. 2108086020

NOTA DINAS

Semarang, 30 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Studi Keanekaragaman Lumut Kerak (*Lichens*) di Hutan Wisata Umbul Jumprit sebagai Booklet Biologi
Nama : Robithoh Ranitia Fitriani
NIM : 2108086020
Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I



Arifah Purnamaningrum, M.Sc.
NIP. 198905222019032010

NOTA DINAS

Semarang, ..30..Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Studi Keanekaragaman Lumut Kerak
(*Lichens*) Di Hutan Wisata Umbul Jumprit
sebagai Booklet Biologi
Nama : Robithoh Ranitia Fitriani
NIM : 2108086020
Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II



Saifullah Hidayat, M.Sc.

NIP. 199010122023211020

ABSTRAK

Judul : Studi Keanekaragaman Lumut Kerak (*Lichens*)
di Hutan Wisata Umbul Jumprit sebagai
Booklet Biologi
Nama : Robithoh Ranitia Fitriani
NIM : 2108086020

Lumut kerak (*lichens*) merupakan organisme simbiosis antara fungi dan alga yang membentuk simbiosis mutualisme. Salah satu tempat hidup organisme lumut kerak adalah Hutan Wisata Umbul Jumprit. Data observasi menunjukkan bahwa 22 siswa tidak mengetahui organisme lumut kerak. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat keanekaragaman lumut kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit dan menganalisis validitas booklet berbasis hasil penelitian sebagai media pembelajaran Biologi. Penelitian ini merupakan penelitian lapangan dengan sampel penelitian berupa organisme lumut kerak. Teknik pengumpulan data menggunakan metode jelajah atau eksplorasi. Data penelitian dianalisis menggunakan rumus indeks keanekaragaman dari Shannon-Wiener. Hasil penelitian diperoleh 24 spesies lumut kerak yang terbagi kedalam 12 famili. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman lumut kerak secara keseluruhan berada pada kategori sedang dengan nilai 2.73. Perhitungan indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 1 menunjukkan nilai 2.27, plot 2 dengan nilai 2.48, dan plot 3 dengan nilai 2.54 yang menunjukkan pada kategori sedang. Hasil validasi booklet oleh ahli media diperoleh nilai sebesar 77% dengan kategori layak, dan hasil validasi booklet oleh ahli materi diperoleh nilai sebesar 89% dengan kategori sangat layak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa booklet keanekaragaman lumut kerak layak digunakan sebagai media belajar Biologi.

Kata Kunci: Booklet, Lumut Kerak, Umbul Jumprit

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan huruf Arab ke Latin dalam Skripsi ini mengikuti ketentuan dalam Surat Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 153 Tahun 1987 dan Nomor 0543b/U/1987. Penyesuaian penulisan kata sandang (al-) dilakukan untuk menyesuaikan dengan bentuk dalam teks Arab aslinya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	Z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	G
ج	J	ف	F
ح	h}	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	z\	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	Sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd:

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong:

au = أُوْ

ai = اِيْ

iy = اِيْ

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT., yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta inayahnya sehingga skripsi dengan judul “Studi Keanekaragaman Lumut Kerak (*Lichens*) di Hutan Wisata Umbul Jumprit sebagai Booklet Biologi” dapat selesai dengan baik. Sholawat Serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad, Saw., yang selalu dinanti-nantikan syafaatnya di dunia maupun di akhirat.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan ketulusan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Istikomah yang telah sabar dan pantang menyerah terhadap putrinya.
2. Prof. Dr. Nizar, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
3. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
4. Dr. Listiyono, M.Pd. selaku Kepala Program Studi Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang.
5. Dr. H. Nur Khoiri, M.Ag. selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan dorongan dan motivasi.

6. Ibu Arifah Purnamaningrum, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memikirkan nasib penelitian anak bimbingannya, yang selalu memberikan motivasi, dukungan serta bimbingan dengan penuh kesabaran.
7. Bapak Saifullah Hidayat selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan motivasi, arahan, serta bimbingan dengan penuh kesabaran.
8. Segenap Dosen Fakultas Sains dan Teknologi yang telah mengajarkan dan membekali ilmu selama proses perkuliahan.
9. Keluarga saya, Bapak Amin Slamet selaku ayah penulis yang senantiasa memberi dukungan finansial dan kakak penulis yang senantiasa memberi arahan.
10. Kelompok belajar, Ana Mufariatus Saniyah, Faza An'imah dan Retno Cahyaningtyas selaku teman belajar yang baik dan selalu memberikan semangat, serta motivasi dalam pengerjaan skripsi ini.
11. Kelompok Asisten Laboratorium "Hewan" Refi Mariska, Dita Fotroh Atus Sholihah, dan Wanda Firmansyah yang senantiasa membersamai penulis dalam pengerjaan skripsi ini.

12. Teman-teman PB-A 21 yang memberikan banyak kenangan dan pengalaman berharga selama penulis berkuliah di UIN Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa alam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan masukan dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna perbaikan di masa yang akan datang. Besar harapan penulis agar hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang Pendidikan Biologi. Penulis juga berharap penelitian ini dapat menjadi referensi atau bahan pertimbangan bagi para pendidik, peneliti, maupun pihak lain yang berfokus pada keanekaragaman hayati, serta dapat memberikan manfaat bagi masyarakat luas secara umum.

Semarang,

Robithoh Ranitia Fitriani
NIM. 2108086020

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	vi
TRANSLITASI ARAB-LATIN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	12
C. Pembatasan Masalah	12
D. Rumusan Masalah.....	12
E. Tujuan Penelitian	13
F. Manfaat Penelitian	13
BAB II LANDASAN TEORI.....	15
A. Kajian Teori	15
1. Lumut Kerak (<i>Lichens</i>).....	15
2. Wisata Umbul Jumprit.....	38
3. Booklet.....	45
B. Kajian Penelitian yang Relevan	49

C. Kerangka Berpikir.....	54
BAB III METODE PENELITIAN	55
A. Jenis Penelitian.....	55
B. Tempat dan Waktu Penelitian	55
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	56
D. Sumber Data.....	57
E. Teknik Pengumpulan Data	57
F. Teknik Analisis Data	60
G. Metode Pengembangan Booklet	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	70
A. Hasil Penelitian	70
1. Keanekaragaman Lumut Kerak.....	70
2. Data Spesies Lumut Kerak yang Ditemukan	76
3. Deskripsi Lumut Kerak yang Ditemukan	85
4. Kondisi Lingkungan Hutan Wisata Umbul Jumprit.....	140
5. Booklet Berbasis Hasil Penelitian.....	143
B. Pembahasan	159
C. Keterbatasan Penelitian	168
BAB V PENUTUP.....	170
A. KESIMPULAN	170
B. SARAN.....	171
DAFTAR PUSTAKA	173
LAMPIRAN-LAMPIRAN	180

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	58
Tabel 3.2	Indeks <i>Shannon-Wiener</i>	61
Tabel 3.3	Kriteria Penilaian Angket Uji Kelayakan <i>Booklet</i> Ahli Media dan Ahli Materi	66
Tabel 3.4	Kriteria Kelayakan Booklet	66
Tabel 3.5	Kriteria Penilaian Angket Uji Kelayakan <i>Booklet</i> Penilaian Peserta Didik	67
Tabel 3.6	Kriteria Kelayakan Booklet	68
Tabel 4.1	Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit	71
Tabel 4.2	Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak pada plot 1	72
Tabel 4.3	Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak pada plot 2	73
Tabel 4.4	Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak pada plot 3	74
Tabel 4.5	Spesies lumut kerak yang ditemukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit	76
Tabel 4.6	Kondisi Lingkungan pada Tiap Plot Pengamatan	141
Tabel 4.7	Hasil Penilaian Ahli Media	143
Tabel 4.8	Hasil Penilaian Ahli Materi	144
Tabel 4.9	Hasil uji coba pengembangan melalui penilaian peserta didik	145

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Struktur Lumut Kerak	18
Gambar 2.2	Irisan melintang Anatomi Tubuh Lumut Kerak	20
Gambar 2.3	Contoh organisme lumut kerak berdasarkan tipe-tipe talus lumut kerak	28
Gambar 2.4	Contoh organisme lumut kerak yang digunakan sebagai bahan obat	36
Gambar 2.5	Sumber mata air Umbul Jumprit	39
Gambar 2.6	Makam Ki Jumprit	42
Gambar 2.7	Pintu masuk Wisata Umbul Jumprit	43
Gambar 2.8	Lahan parkir Wisata Umbul Jumprit	44
Gambar 2.9	Toilet Luar Wisata Umbul Jumprit	45
Gambar 2.10	Kerangka Berpikir	54
Gambar 3.1	Peta Wilayah Penelitian Hutan Wisata Umbul Jumprit	56
Gambar 4.1	Diagram persentase temuan lumut kerak berdasarkan family	78
Gambar 4.2	Jenis lumut kerak pada plot 1	80
Gambar 4.3	Jenis lumut kerak pada plot 2	81
Gambar 4.4	Jenis lumut kerak pada plot 3	82
Gambar 4.5	Perentase lumut kerak berdasarkan tipe talus	84
Gambar 4.6	Spesies <i>Arthonia radiata</i>	86
Gambar 4.7	Spesies <i>Cryptothecia striata</i>	88
Gambar 4.8	Spesies <i>Baeomyces rufus</i>	91
Gambar 4.9	Spesies <i>Bacidia viridifarinos</i>	93

Gambar 4.10	Spesies <i>Buellia erubescens</i>	96
Gambar 4.11	Spesies <i>Calicium viride</i>	98
Gambar 4.12	Spesies <i>Dririnaria confuse</i>	100
Gambar 4.13	Spesies <i>Dririnaria picta</i>	102
Gambar 4.14	Spesies <i>Chrysothrix xanthina</i>	104
Gambar 4.15	Spesies <i>Diorygma poitaei</i>	107
Gambar 4.16	Spesies <i>Graphis elegans</i>	109
Gambar 4.17	Spesies <i>Graphis scripta</i>	111
Gambar 4.18	Spesies <i>Graphis sp.1</i>	114
Gambar 4.19	Spesies <i>Graphis sp.2</i>	115
Gambar 4.20	Spesies <i>Graphis sp.3</i>	117
Gambar 4.21	Spesies <i>Graphis sp.4</i>	119
Gambar 4.22	Spesies <i>Graphis sp.5</i>	121
Gambar 4.23	Spesies <i>Aspricilia calcarea</i>	123
Gambar 4.24	Spesies <i>Candelaria concolor</i>	125
Gambar 4.25	Spesies <i>Phlyctis argena</i>	127
Gambar 4.26	Spesies <i>Ropalospora viridis</i>	130
Gambar 4.27	Spesies <i>Lepraria incana</i>	132
Gambar 4.28	Spesies <i>Lepraria lobificans</i>	133
Gambar 4.29	Spesies <i>Caloplaca holocarpa</i>	135
Gambar 4.30	Peta lokasi penelitian di Kawasan Benang Stokel, Desa Aik Berik, Kabupaten Lombok Tengah	137
Gambar 4.31	Peta wilayah penelitian (i) di Kecamatan Medan Percut Sei Tuan, (ii) Kecamatan Medan Sunggal, dan (iii) Kecamatan Medan Area	138
Gambar 4.32	Peta wilayah penelitian di Area Geothermal Kamojang, Bandung, Jawa Barat	139
Gambar 4.33	Peta Wilayah Penelitian di Rawa Danau Nature Reserve, Banten	140
Gambar 4.34	Halamn cover booklet	147

Gambar 4.35	Halaman readksi booklet	148
Gambar 4.36	Halaman petunjuk penggunaan	149
Gambar 4.37	Halaman petunjuk penggunaan	150
Gambar 4.38	Halaman daftar isi	151
Gambar 4.39	Halaman awal deskripsi lumut	152
Gambar 4.40	kerak	
Gambar 4.41	Halaman awal deskripsi umbul jumpit	153
Gambar 4.42	Tampilan awal halaman metode studii keanekaragaman	154
Gambar 4.42	Tampilan awal halaman macam-macam lumut kerak	155
Gambar 4.43	Tampilan awal halaman indeks keanekaragaman lumut kerak	156
Gambar 4.44	Halaman glosarium	157
Gambar 4.45	Hlaman daftar pustaka	158
Gambar 4.46	Halaman profil penulis	159

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Perhitungan Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak Hutan Wisata Umbul Jumprit	180
Lampiran 2	Perhitungan Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak Plot 1	181
Lampiran 3	Perhitungan Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak Plot 2	182
Lampiran 4	Perhitungan Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak Plot 3	183
Lampiran 5	Lembar Observasi	184
Lampiran 6	Daftar Lumut Kerak yang Ditemukan pada Plot 1	185
Lampiran 7	Daftar Lumut Kerak yang Ditemukan pada Plot 2	186
Lampiran 8	Daftar Lumut Kerak yang Ditemukan pada Plot 3	188
Lampiran 9	Instrumen Penilaian Ahli Media	190
Lampiran 10	Instrumen Penilaian Ahli Materi	198
Lampiran 11	Surat Penunjukkan Dosen Validator	208
Lampiran 12	Hasil Validasi Ahli Media Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak	209
Lampiran 13	Hasil Validasi Ahli Materi Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak	213

Lampiran 14	Perhitungan Hasil Validasi Ahli Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak	218
Lampiran 15	Lembar Penilaian Peserta Didik	219
Lampiran 16	Hasil Penilaian Peserta Didik Booklet	221
Lampiran 17	Surat Perizinan Riset	222
Lampiran 18	Dokumentasi Penelitian	223

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia terkenal akan keanekaragaman flora dan fauna yang tersebar di berbagai wilayah. Tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi menjadikan Indonesia sebagai negara *Mega Biodiversity*. Hal ini bermakna bahwa dari keanekaragaman hayati tersebut memiliki tingkat keanekaragaman dan keunikan genetik, spesies dan ekosistem yang beragam, serta jenis endemik yang berbeda-beda pula (Sanka, *et.al.*, 2023) (lampiran 1). Sebagaimana yang disebutkan dalam Al-Qur'an surat Taahaa ayat 53 yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَتَّى

Artinya: “Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan Yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam.”

Berdasarkan tafsir tahlili menyatakan bahwa Dia (yang telah menjadikan bagi kalian) di antara sekian banyak makhluk-Nya (bumi sebagai hamparan) tempat berpijak (dan Dia memudahkan) mempermudah (bagi kalian di bumi itu jalan-jalan) tempat-tempat untuk berjalan (dan Dia menurunkan dari langit air hujan) yakni merupakan hujan. Allah berfirman menggambarkan apa yang telah disebutkan-Nya itu sebagai nikmat dari-Nya, kepada Nabi Musa dan dianggap sebagai khithab untuk penduduk Mekah. (Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis) bermacam-macam (tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam). Lafal *Syattaa* ini menjadi kata sifat daripada lafal *Azwaajan*, maksudnya, yang berbeda-beda warna dan rasa serta lain-lainnya. Lafal *syattaa* ini adalah bentuk jamak dari lafal *Syatiitun*, wazannya sama dengan lafal *Mardhaa* sebagai jamak dari lafal *Mariidhun*. Ia berasal dari kata kerja *Syatta* artinya *Tafarraqa* atau berbeda-beda.

Kata “tumbuh-tumbuhan yang berbeda-beda” dapat merujuk pada keanekaragaman hayati. Menurut KBBI kata “keanekaragaman” berarti “perihal beragam-ragam, berjenis-jenis, perihal ragam, atau perihal jenis”. Beragam dapat berupa perbedaan warna, corak, tingkah laku, dan lain sebagainya. Perbedaan inilah yang menjadikan

makhluk di bumi dikatakan memiliki keanekaragaman. Keanekaragaman dapat terjadi pada berbagai organisme, baik itu tumbuhan, hewan, maupun manusia. Salah satu organisme dengan tingkat keanekaragaman yang tinggi adalah lumut kerak. Meskipun secara sekilas spesies lumut kerak terlihat sama, namun jika dikaji lebih lanjut akan dapat dijumpai perbedaan yang mencolok dari tiap spesies. Perbedaan itu dapat berupa warna talus, bentuk apothecia, organisme penyusun, hingga kandungan senyawa kimiawi di dalam tubuh organisme lumut kerak.

Luas kawasan hutan di Indonesia tercatat mencapai 1.148.400 km² (Sumartini, 2016). Hutan sendiri memiliki peran yang krusial dalam kehidupan, seperti sebagai tempat tinggal berbagai satwa, penyedia pangan, dan sebagai cadangan energi bumi. Hutan juga memiliki tingkat vegetasi yang tinggi yang memungkinkan berbagai organisme hidup didalamnya (Rijal, 2019). Salah satu organisme dengan potensi yang besar bagi kehidupan adalah lumut kerak.

Lumut Kerak (*lichens*) dikenal sebagai organisme simbiotik antara fungi dan alga yang membentuk hubungan mutualisme. Lumut kerak (*lichens*) memiliki tingkat persebaran yang luas dan lumut kerak mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang kurang

mendukung. Dikutip dari Hasairin, 2018 berdasarkan data yang diperoleh dari Herbarium Bogoriensis, di Indonesia terdapat lebih dari 40.000 jenis *Lichens* yang tersebar di berbagai wilayah. Namun, data terkait persebaran lumut kerak di Indonesia belum banyak ditemukan. Sehingga, eksplorasi terhadap lumut kerak di berbagai wilayah di Indonesia perlu dikembangkan.

Lumut kerak (*lichens*) memiliki banyak peran pada lingkungan. Salah satu peran lumut kerak adalah sebagai indikator pengukuran tingkat pencemaran udara dikarenakan tingkat sensitivitasnya yang tinggi terhadap pencemaran udara (Madjeni, *et.al.*, 2020). Lumut kerak mampu menyerap dan mengakumulasi polutan dari udara tanpa dapat mengeluarkannya kembali menjadikan lumut kerak sebagai bioindikator alami yang efektif dalam memantau tingkat pencemaran udara (Waruwu, dkk., 2022). Karakteristik dari lumut kerak yang mendukung organisme ini sebagai bioindikator pencemaran udara adalah struktur tubuhnya yang tidak memiliki kutikula. Struktur tubuh ini memungkinkan lumut untuk menyerap berbagai material polutan dari lingkungan. Material polutan ini dapat ditemukan baik di udara maupun air. Material polutan yang masuk ke dalam tubuh lumut, kemudian akan terakumulasi di dalam jaringan tubuhnya.

Jika jumlah polutan yang terakumulasi di dalam tubuh lumut kerak banyak, maka dapat menyebabkan kematian pada organisme lumut kerak (Waruwu, dkk., 2022).

Selain sebagai bioindikator pencemaran udara, lumut kerak juga berperan penting dalam suplai oksigen melalui fotosintesis oleh alga. Lumut kerak juga dapat digunakan pada berbagai industri, baik dalam bidang pangan, bioteknologi, dan bidang farmasi (Waruwu, dkk., 2022). Al-Qur'an menjelaskan terkait pemanfaatan ciptaan Allah dalam kehidupan, yaitu pada Surat Al-Isra' ayat 70 yang berbunyi:

وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُمْ مِنَ الطَّيِّبَاتِ
وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَى كَثِيرٍ مِمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا ﴿٧٠﴾

Artinya: “Sungguh, Kami telah memuliakan anak cucu Adam dan Kami angkut mereka di darat dan di laut. Kami anugerahkan pula kepada mereka rezeki dari yang baik-baik dan Kami lebihkan mereka di atas banyak makhluk yang Kami ciptakan dengan kelebihan yang sempurna.”

Tafsir ayat menurut tafsir Wajiz menyatakan Dan sungguh, Kami telah memuliakan anak cucu Adam, yaitu golongan manusia pada umumnya dengan tubuh yang bagus, kemampuan berpikir, kebebasan berkehendak, dan ilmu pengetahuan, dan Kami angkut mereka di darat

dengan kendaraan seperti unta atau lainnya, dan di laut, dengan kapal, dan Kami beri mereka rezeki dari yang baik-baik, berupa minuman dan makanan yang lezat rasanya, dan Kami lebihkan keutamaan mereka di atas banyak makhluk yang Kami ciptakan dengan kelebihan yang sempurna.

Ayat ini mengisyaratkan bahwa Allah menciptakan makhluk hidup dengan keutamaan dan kelebihan masing-masing. Pemanfaatan berbagai ciptaan Allah dimuka bumi dapat bersifat positif dan negatif tergantung dari bagaimana cara manusia memanfaatkannya. Lumut kerak menjadi salah satu organisme yang memiliki berbagai manfaat bagi manusia maupun lingkungan sekitar. Lumut kerak dapat dijadikan sebagai bahan baku obat-obatan, pewangi, sabun, bahkan beberapa spesies dapat dimanfaatkan dalam industri pangan. Bagi lingkungan sekitar lumut kerak menjadi organisme penentu kadar pencemaran udara disuatu wilayah dan juga sebagai organisme penyuplai oksigen.

Penelitian terkait keanekaragaman lumut kerak (*lichens*) telah dilakukan di beberapa wilayah di Indonesia. Seperti halnya penelitian dari Rimanda, (2024) yang menyatakan adanya perbedaan tingkat keanekaragaman lumut kerak di dua wilayah yang berbeda dengan kondisi

lingkungan yang berbeda. Wilayah pertama menunjukkan tingkat keanekaragaman lumut kerak berada pada taraf sedang. Sedangkan pada wilayah kedua menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman lumut kerak berada pada taraf rendah. Perbedaan tingkat keanekaragaman lumut kerak ini menunjukkan adanya kesenjangan kondisi udara di kedua wilayah penelitian. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Aly & Roziaty, (2022) yang menyatakan bahwa tingkat kepadatan lalu lintas di suatu wilayah dapat berpengaruh terhadap intensitas kehadiran lumut kerak. Namun, selain dari pengaruh material pencemar, keanekaragaman lumut kerak pada suatu wilayah juga dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti intensitas cahaya, tingkat kelembaban udara, dan suhu udara.

Keanekaragaman organisme dalam hutan menjadi potensi tersendiri dalam bidang penelitian. Salah satu wilayah yang berpotensi sebagai lokasi penelitian terkait keanekaragaman lumut kerak adalah Hutan Wisata Umbul Jumprit. Wisata Umbul Jumprit merupakan kawasan wisata religi yang berdampingan dengan wilayah hutan. Hutan Wisata Umbul Jumprit juga menjadi tempat hidup bagi berbagai organisme baik flora maupun fauna. Berdasarkan observasi awal terkait kehadiran lumut kerak pada Hutan Wisata Umbul Jumprit, ditemukan adanya

organisme lumut kerak yang hidup pada wilayah ini. Spesies lumut kerak yang ditemukan di wilayah Hutan Wisata Umbul Jumprit antara lain: *Cryptothecia striata*, *Phlyctis argena*, *Caloplaca holocarpa*, dan spesies lain yang belum teridentifikasi. Sehingga perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut untuk memperoleh data spesies lumut kerak yang ada di Hutan Wisata Umbul Jumprit. Penelitian terkait lumut kerak di wilayah ini juga belum pernah dilakukan, sehingga wilayah ini memiliki potensi yang besar untuk dilakukan penelitian terkait keanekaragaman lumut kerak.

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan saat ini mendorong tiap orang untuk berinovasi dalam proses pembelajaran. Berdasarkan penelitian dari Rahmani, (2013), menjelaskan bahwa melalui pembelajaran berbasis saintifik dapat memberikan kesan dan makna yang lebih mendalam pada siswa. Hal ini dikarenakan dalam pembelajaran saintifik, siswa diajak untuk belajar dan memperoleh informasi secara mandiri yang dapat diperoleh dari mana saja. Berbagai upaya dapat dilakukan dalam menggunakan pendekatan saintifik dalam pembelajaran, salah satunya adalah dengan pemanfaatan lingkungan sekitar dan potensi lokal dalam proses pembelajaran. Menurut Karyadi et al. (2016),

pembelajaran yang melibatkan lingkungan dan interaksi secara langsung dapat menunjang perkembangan peserta didik. Hal ini dikarenakan dalam sistem pembelajaran yang melibatkan lingkungan dan interaksi secara langsung, keduanya memanfaatkan aspek kognitif, aspek afektif dan psikomotorik secara keseluruhan. Berdasarkan pernyataan tersebut, pembelajaran dengan pemanfaatan lingkungan secara langsung dapat menjadikan pembelajaran lebih menarik dan bersifat kontekstual. Penelitian dari Yanti, *et.al.* (2017), menyatakan bahwa pembelajaran yang bersifat kontekstual dengan memanfaatkan potensi kearifan lokal terbukti dapat meningkatkan keaktifan dan kemampuan pemahaman siswa, serta melatih siswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang ditemukan dengan cara kreatif dan inovatif. Salah satu potensi lokal yang dapat digunakan dalam pembelajaran kontekstual adalah lumut kerak (*lichens*).

Penerapan hasil studi mengenai keanekaragaman lumut kerak (*Lichens*) dapat dilakukan pada berbagai jenjang pendidikan. Salah satunya pada jenjang Sekolah Menengah Atas atau setaranya. Penerapan studi ini dapat dilakukan pada mata pelajaran Biologi. Berdasarkan analisis kurikulum SMA menurut Keputusan Kepala Badan

Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 terdapat dua elemen dalam pembelajaran Biologi fase E. Elemen tersebut mencakup elemen pemahaman biologi dan keterampilan proses. Elemen pemahaman biologi mencakup materi keanekaragaman hayati dan peranannya, virus dan peranannya, perubahan lingkungan, ekosistem, bioteknologi, biologi sel, sistem organ pada manusia, evolusi, genetika, pertumbuhan dan perkembangan, serta inovasi teknologi biologi. Elemen keterampilan proses berupa keterampilan saintifik yang mencakup (1) mengamati, (2) mengamati, (3) merencanakan dan melakukan penyelidikan, (4) memproses dan menganalisis data dan informasi, (5) mengevaluasi dan merefleksi dan (6) mengkomunikasikan hasil.

Penerapan hasil studi ini pada pembelajaran Biologi akan dilakukan melalui *Booklet* pada materi keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, pemanfaatan booklet sebagai sarana pengenalan keanekaragaman lumut kerak masih perlu dikembangkan. Hal ini menjadi peluang yang baik dalam mengembangkan booklet sebagai media belajar terkait keanekaragaman lumut kerak

(*lichens*). Booklet merupakan media yang berisikan tulisan, gambar maupun keduanya. Pemilihan booklet sebagai media pembelajaran didasarkan pada karakteristiknya. Booklet memiliki karakteristik jumlah halaman yang tidak lebih dari 50 halaman dengan jumlah minimal 5 halaman tidak termasuk cover. Selain itu, media Booklet dapat digunakan baik di dalam kelas maupun di luar kelas, sehingga diharapkan dapat membuat pembelajaran Biologi menjadi lebih fleksibel (Fauziah 2017). Penelitian oleh Muhammad, (2019) menyatakan bahwa booklet mampu digunakan sebagai alternatif pendukung dalam memahami materi pembelajaran.

Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan eksplorasi lebih dalam terkait keanekaragaman lumut kerak (*lichens*) di Hutan Wisata Umbul Jumprit. Hasil penelitian memiliki potensi untuk digunakan sebagai salah satu media belajar Biologi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keanekaragaman lumut kerak (*Lichens*) sebagai booklet Biologi yang dapat digunakan sebagai sarana penunjang pembelajaran. Pengaplikasian hasil penelitian dalam bentuk booklet diharapkan mampu menjadi salah satu sarana pembelajaran yang relevan dengan kondisi lingkungan dan pemanfaatan lingkungan dalam kehidupan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, masalah yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini adalah:

1. Belum adanya kajian penelitian terkait lumut kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit
2. Kurangnya pemahaman siswa terkait lumut kerak.
3. Kurangnya media pembelajaran yang membahas terkait keanekaragaman lumut kerak.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi masalah diatas, batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada keanekaragaman lumut kerak (*Lichen*) pada tingkat morfologinya.
2. Pengembangan booklet hanya dilakukan hingga tahap pengembangan (*Develop*) pada tahap uji coba pengembangan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat keanekaragaman lumut kerak (*Lichen*) di Hutan Wisata Umbul Jumprit?
2. Bagaimana validitas booklet berbasis hasil penelitian sebagai media pembelajaran Biologi?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka dapat diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis tingkat keanekaragaman lumut kerak di Wisata Umbul Jumprit.
2. Menganalisis validitas booklet berbasis hasil penelitian sebagai media pembelajaran Biologi.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan terkait keanekaragaman lumut kerak (*Lichens*) dan peranannya dalam kehidupan.
 - b. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi dalam kajian ekologi dan pendidikan lingkungan secara lebih luas.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Peneliti
Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam pengukuran keanekaragaman lumut kerak (*Lichens*).

b. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat secara lebih luas tentang peran suatu organisme dalam lingkungan hidup.

c. Bagi Institusi

Memberikan kontribusi dalam pengembangan pembelajaran Biologi berbasis penelitian lapangan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Lumut Kerak (*Lichens*)

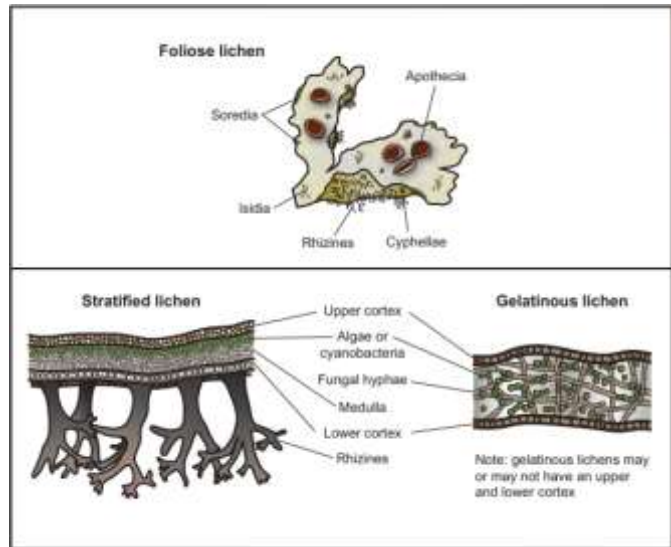
a. Definisi Lumut Kerak

Lumut kerak (*Lichens*) merupakan organisme kumpulan antara *Algae* dan *Fungi* namun dari segi morfologi dan fisiologinya menjadi satu kesatuan. *Algae* yang menyusun tubuh *Lichens* disebut dengan *gonidium* yang dapat berupa koloni maupun bersel tunggal. *Gonidium* dapat berupa ganggang biru maupun ganggang hijau. Namun, secara umum *gonidium* berupa ganggang biru (*Cyanophyceae*) seperti *Chroococcus* dan *Nostoc*. Sedangkan untuk *gonidium* dari jenis ganggang hijau (*Chlorophyceae*) dapat berupa *Cystococcus* dan *Trentepohlia*. Selain itu, *Fungi* yang menyusun tubuh *Lichens* secara umum tergolong dalam jenis *Ascomycetes* terutama *Discomycetales* dan *Pyrenomycetales* (Tjitrosoepomo, G., 2023). Namun, beberapa jenis lumut kerak tersusun atas jamur *Basidiomycetes* (Waruwu, dkk., 022).

Komponen penyusun lumut kerak (jamur dan alga), keduanya saling berinteraksi dan membentuk simbiosis mutualisme. Komponen fungi memperoleh nutrisi hasil fotosintat dari alga. Sedangkan alga memperoleh tempat berlindung yang dapat memproteksi dari kondisi lingkungan luar, seperti perubahan iklim, cahaya matahari, dan perubahan suhu (Waruwu, dkk., 2022). Perlu diketahui bahwa hubungan mutualisme antara keduanya hanya terjadi pada awal fase pembentukan lumut kerak atau fase pertumbuhan. Semakin lama, hubungan mutualisme ini akan berganti menjadi hubungan helotisme atau memperbudak. Seiring berjalannya waktu, fungsi akan menjadi lebih doinan terhadap alga dalam proses perkembangbiakannya (Fatimaturrohman & Roziaty, 2020). Lumut kerak (*Lichens*) bersifat epifit pada pohon-pohon. Namun, lumut ini juga mampu hidup di atas tanah dan bebatuan. Lumut kerak memiliki pertumbuhan talus yang sangat lambat, bahkan dalam satu tahun tinggi talusnya tidak mencapai 1 cm (Marianingsih, *et.al.*, 2017).

b. Struktur Lumut Kerak

Secara umum, struktur morfologi tubuh lumut kerak tersusun atas talus, isidia, soredia, apothecia, phycnidia, dan rhizines. Struktur talus biasanya ditunjukkan dengan warna abu-abu, kuning, merah, atau kehijauan dan tersusun atas hifa. Talus memiliki bentuk seperti daun (*like leaf*) dan beberapa berbentuk seperti semak dan berfungsi sebagai tempat terjadinya fotosintesis. Kemudian struktur lain dari lumut kerak adalah isidia dan soredia yang merupakan organ reproduksi aseksual pada lumut kerak. Secara umum, isidia memiliki ukuran yang lebih kecil dari soredia dan berbentuk seperti tanduk pada permukaan talus. Struktur soredia dilapisi oleh hifa fungi yang selanjutnya akan pecah dan keluar dari talus. Selain organ reproduksi aseksual, lumut kerak juga memiliki alat reproduksi seksual yang disebut Apothecia dan Phycnidia. Apothecia dan Phycnidia memiliki bentuk seperti guci yang berfungsi dalam pelepasan spora. Struktur rhizenes memiliki bentuk yang menyerupai akar dan tersusun atas kumpulan miselium (Waruwu, dkk., 2022).



Gambar 2.1 Struktur Lumut Kerak
Sumber: (Rosentreter, *et.al.*, 2007)

Struktur anatomi lumut kerak terutama pada tipe talus foliose tersusun atas empat lapisan, yaitu:

1) Korteks atas / lapisan terluar

Korteks luar lumut kerak tersusun atas jalinan hifa jamur yang kuat. Lapisan ini berfungsi sebagai alat perlindungan lumut kerak untuk menjaga keberlangsungan hidup dan perolehan nutrisi dari udara.

2) Gonodium / lapisan tengah

Lapisan ini didominasi oleh alga dan beberapa hifa yang saling terjalin membentuk tubuh lumut kerak. Hifa pada bagian ini tersusun secara longgar. Fungsi lapisan ini adalah sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis dan sebagai tempat penghasil makanan pada lumut kerak.

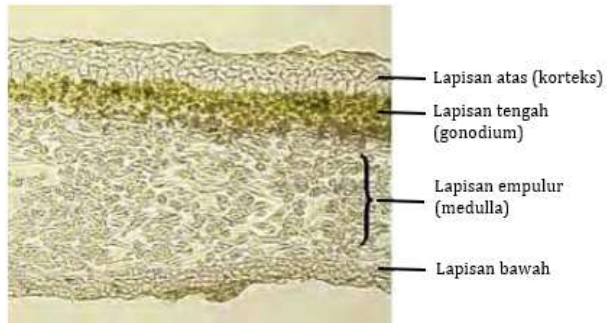
3) Medula / lapisan empulur

Lapisan empulur memiliki tampilan seperti jaringan bunga karang pada jaringan daun. Namun, pada lapisan ini tersusun atas hifa yang terjalin renggang dengan sedikit alga. Fungsi dari lapisan ini adalah sebagai tempat perkembangbiakan dan tempat penyimpanan cadangan air.

4) Korteks bawah

Lapisan korteks bawah memiliki susunan struktur yang mirip dengan korteks atas. Namun, pada lapisan korteks bawah terdapat rhizenes yang dapat berkembang dan masuk ke dalam substrat inang. Beberapa jenis lumut kerak tidak memiliki rhizenes, dan digantikan dengan hypothallus yang merupakan lembaran

tipis hasil perpanjangan hifa pada lapisan medulla. Struktur hifa pada lapisan ini tersusun secara padat (Waruwu, dkk., 2022).



Gambar 2.2 Irisan melintang Anatomi Tubuh Lumut Kerak
Sumber: Waruwu, dkk., 2022

Keragaman lumut kerak (*Lichens*) juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti faktor biotik berupa karakteristik substrat dari batang pohon inang, serta faktor abiotik seperti suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan tingkat pencemaran udara. Menurut Johansson, et.al., 2009, lumut kerak memiliki karakteristik pohon inang seperti kulit pohon dengan tekstur kasar dan terdapat retakan, serta ukuran pohon yang besar. Lumut kerak mampu hidup dengan suhu optimal kurang dari 40°C dengan tingkat pertumbuhan terbaik berada pada suhu 12°C - 24°C. Tingkat

kelembaban udara tidak lebih dari 85% karena dapat menurunkan efektivitas dari lumut kerak.

Lichens tidak membutuhkan syarat hidup yang tinggi. Bahkan, *Lichens* mampu bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang kering (kekurangan air) dalam jangka waktu lama. Lumut kerak (*Lichens*) bersifat peka terhadap polusi. Hal ini terjadi karena struktur tubuh lumut kerak yang tidak terdapat kutikula. Struktur tubuh ini yang memungkinkan lumut kerak menyerap dan mengendapkan zat-zat polutan yang berasal dari udara maupun air hujan. Lumut kerak sendiri tidak mampu untuk mengeluarkan kembali zat-zat polutan ke lingkungan luar. Hal ini menyebabkan terjadinya akumulasi zat-zat polutan yang dapat merusak jaringan dari lumut kerak (Waruwu, dkk., 2022). Zat-zat polutan dapat ditimbulkan dari berbagai hal, seperti dari kendaraan bermotor, pembakaran sampah, hingga faktor-faktor lain seperti limbah industri. Kepekaan lumut kerak (*Lichens*) terhadap gas-gas buangan inilah yang membuat lumut mampu dijadikan sebagai bioindikator pencemaran udara (Rasyidah, 2018).

Pengukuran tingkat pencemaran udara menggunakan lumut kerak (*Lichens*) dapat dilihat melalui indeks keanekaragaman. Pengukuran indeks keanekaragaman dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan Shannon-Wiener. Teknik pengukuran menggunakan persamaan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman jenis dalam suatu komunitas lumut kerak (*Lichens*) (Roziaty & Aini, 2023). Semakin tinggi indeks keanekaragaman dapat diartikan bahwa suatu wilayah memiliki kualitas lingkungan yang baik dengan tingkat pencemaran udara yang rendah, begitupun sebaliknya jika indeks keanekaragaman lumut bernilai rendah, maka suatu wilayah memiliki kualitas lingkungan yang kurang baik dengan tingkat pencemaran udara yang tinggi (Rohim, *et.al.*, 2024).

c. Klasifikasi Lumut Kerak

Sebagai organisme simbiosis antara jamur dengan alga, membuat lumut kerak sulit untuk diklasifikasikan. Sebagian ahli menyatakan bahwa lumut kerak diklasifikasikan ke dalam kelompok jamur. Namun, sebagian lain menyatakan bahwa klasifikasi lumut kerak harus dipisahkan dengan

kelompok jamur dan alga. Hal ini dikarenakan lumut kerak tersusun atas jamur dan alga yang bersimbiosis dan membentuk morfologi dan fisiologi yang tidak terpisahkan. Secara umum, klasifikasi lumut kerak adalah sebagai berikut (Waruwu, dkk., 2022):

1) Lumut kerak berdasarkan komponen fungi

Klasifikasi lumut kerak berdasarkan komponen fungi terbagi menjadi tiga kelas, yaitu:

a) Kelas *Ascolichens*

Sesuai dengan penamaannya, lumut kerak pada kelas *Ascolichens* berasal dari jamur *Ascomycetes*. Kelas ini terbagi menjadi 2 tipe, yaitu:

1. *Discomycetes*, ketika cendawan fungi berupa apotesium, contohnya kelompok *Usnea* dan *Parmelia*.
2. *Pyrenomycetales*, ketika cendawan fungi berupa peritesium, contohnya *Dermatocarpon*.

b) Kelas *Basidiolichens*

Komponen lumut kerak pada kelas ini berasal dari fungi golongan *Basidiomycetes*

(*Theleporaceae*) serta pasangan simbion dari alga *Mycophyceae*. Struktur tubuh buahnya membentuk lapisan himenium yang mengandung basidium. Struktur ini memiliki bentuk yang menyerupai tubuh buah *Hymenonycetales*. Contoh lumut kerak dari kelas *Basidiolichens* adalah *Roccella phycopsis*.

c) Kelas Lichens Imperfect

Lumut kerak pada kelas Lichens imperfect berasal dari jamur golongan *Deutromycetes* (steril). Golongan fungi ini belum diketahui secara pasti tipe dari spora yang menyusunnya. Contoh lumut kerak kelas ini adalah *Cystocoleus*, *Lepraria*, *Leprocalon*, dan *Normandia*.

2) Lumut kerak berdasarkan komponen alga

Klasifikasi lumut kerak berdasarkan komponen alganya, terbagi menjadi dua tipe, yaitu:

- a) Homoimerus, lumut kerak jenis ini tersusun atas komponen alga dengan tekstur seperti gelatin dengan hifa jamur

yang tersebar secara merata pada talus.
Contoh lumut kerak tipe ini adalah *Collema*.

- b) Heteromerus, lumut kerak jenis ini memiliki komponen alga dengan tekstur yang tidak menyerupai gelatin dan memiliki hifa jamur yang tidak tersebar merata dalam talus. Contoh lumut kerak tipe ini adalah *Parmelia*.

3) Lumut kerak berdasarkan habitat

Berdasarkan jenis habitatnya, lumut kerak terbagi menjadi beberapa tipe, yaitu:

- a) *Saxicolous*, lumut kerak tipe ini hidup pada bebatuan dengan menempel pada substrat yang padat. Tipe ini biasa ditemukan pada daerah dengan suhu udara dingin. Banyaknya komunitas *saxicolous* dapat dilihat berdasarkan jumlah proporsi lumut kerak pada permukaan bebatuan yang tidak ditempati oleh lumut kerak jenis lainnya. Contoh lumut kerak tipe ini adalah *Ramalina farinaceae*, *Acarospora ceruina*, *Basidia coprea*, dan *Aspicillia corcota*.
- b) *Corticolous*, merupakan lumut kerak yang hidup pada kulit pohon. Umumnya lumut

kerak tipe ini hidup pada wilayah tropis dan subtropis dengan kondisi lingkungan yang lembab. Lumut kerak tipe ini hidup secara epifit pada kulit batang pohon dan dapat ditemukan baik pada bagian basal maupun bagian atas pohon. Lumut kerak tipe corticolous memiliki spesifikasi terhadap kondisi tertentu. *Corticolous* memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan terutama terhadap pencemaran udara dan perubahan iklim. Contoh lumut kerak tipe ini adalah *Graphis elegans* dan *Usnea*.

- c) *Terricolous*, merupakan jenis lumut kerak yang hidup pada permukaan tanah. Lumut kerak jenis ini biasanya ditemukan membentuk kerak tanah biologis (atau yang sering dikenal sebagai *microphytic*, *microbiotic* atau *cryptogamic crust*). Contoh lumut kerak tipe ini adalah *Cladonia pyxidata*, *Peltigera canina*, dan *Leptogium britannicum*.
- d) *Follicolous*, merupakan jenis lumut kerak yang hidup menempel pada permukaan

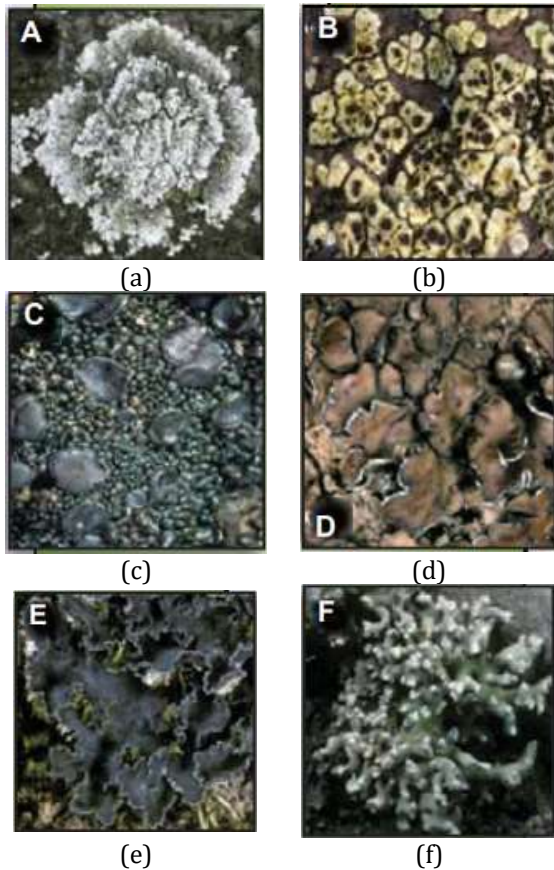
daun. Umumnya lumut kerak jenis ini menyukai tipe daun yang memiliki permukaan licin, terkena sinar matahari, dan berwarna hijau. Lumut kerak jenis ini tersebar secara luas pada wilayah dengan iklim tropis dan memiliki tingkat kelembaban yang tinggi. Namun, terkait peran dari lumut kerak tipe *follicolous* ini masih membutuhkan penelitian lebih lanjut. Contoh lumut kerak tipe ini adalah *Sporipodium vezdeanum*, *Bryssoloma sp.*, dan *Strigula smaragdula*.

e) *Muscicolous*, merupakan jenis lumut kerak yang hidup atau tumbuh di atas lumut (musci). Contoh lumut kerak tipe ini adalah *Peltigera britannica*.

4) Lumut kerak berdasarkan tipe talus

Lumut kerak dapat dibedakan berdasarkan tipe talusnya. Lumut kerak dengan talus yang menyerupai lembaran-lembaran umumnya hidup melekat pada substratnya. Sedangkan *Lichens* dengan talus yang menyerupai semak memiliki ujung talus yang bebas dalam udara

(Tjitrosoepomo, G., 2023). Berikut tipe-tipe talus pada lumut kerak:



Gambar 2.3 Contoh organisme lumut kerak berdasarkan tipe-tipe talus lumut kerak

Sumber: Rosentreter, *et.al*, 2007

Keterangan: (A) *Lepraria L. neglecta*, (B) *Acarospora schleicheri*, (C) *Collema coccophorum*, (D) *Placidium squamulosum*, (E) *Leptochidium albociliatum*, (F) *Aspicilia fructiculosa*.

- a) *Cructose*: Talus membentuk kerak yang sangat melekat pada substratnya, sehingga untuk pengambilan lumut ini perlu merusak struktur lumut atau substratnya. Tipe talus *cructose* dapat terlihat berkesinambungan (*continuous*) (Gambar A) atau berselaput (*areolate*) yang tampak seperti pulau-pulau kecil yang terbagi oleh retakan-retakan (Gambar B).
- b) *Gelatinous*: memiliki struktur tubuh bersel tunggal dari jalinan benang jamur dengan alga yang tersebar diantara jalinan benang-benang jamur. Lumut jenis ini memiliki tekstur seperti jeli atau karet (Gambar C).
- c) *Squamulose*: Lumut jenis ini memiliki lobus sisik yang biasanya berukuran kecil dan saling tumpang tindih (Gambar D).
- d) *Foliose*: Lumut jenis ini memiliki struktur lobus yang mirip seperti daun dan relatif longgar menempel pada substratnya (Gambar E).
- e) *Fructicose*: Jenis lumut yang berdimensi, secara umum membentuk cabang-cabang

silindris yang tumbuh ke atas (Gambar F)
(Rosentreter, *et.al.*, 2007).

d. Reproduksi Lumut Kerak

Sistem reproduksi pada lumut kerak terbagi menjadi Dua cara, yaitu secara seksual (generatif) dan secara aseksual (vegetatif). Sistem reproduksi seksual dilakukan oleh bagian dari struktur tubuh lumut kerak itu sendiri berupa apothecia. Sedangkan reproduksi aseksual dapat terjadi ketika lumut kerak membentuk struktur isidia atau soredia pada permukaan substratnya (Waruwu, dkk., 2022).

1) Reproduksi Seksual

Komponen fungi pada lumut kerak bersifat lebih dominan dari komponen alga. Hal ini menyebabkan sistem reproduksi seksual pada lumut kerak terbatas pada perkembangbiakan fungi. Reproduksi secara seksual ini dilakukan dengan penyebaran spora oleh apothecia. Spora (askospora) dibentuk dalam *apothecium* yang berbentuk seperti cawan dan memiliki kemampuan bertahan hidup yang tinggi.

Apothecium akan melepaskan spora dan menyebarkaninya melalui udara. Ketika spora

menempel pada substrat baru, spora tersebut akan tumbuh menjadi jamur muda. Setelah tumbuh, jamur mudah harus mampu menemukan alga secepat mungkin agar terjadi simbiosis antar keduanya. Namun, ketika jamur muda tidak dapat menemukan alga, maka jamur akan segera mati. Hal ini terjadi karena jamur yang berasal dari perkembangbiakan lumut kerak tidak dapat hidup secara mandiri. Jamur membutuhkan kehadiran alga untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya (Waruwu, dkk., 2022).

2) Reproduksi Aseksual

Reproduksi aseksual lumut kerak dapat terjadi dengan bantuan berbagai vektor, seperti air, angin, serangga, maupun hewan lainnya. Reproduksi aseksual pada lumut kerak terbagi dalam 3 cara, yaitu:

- a) Fragmentasi, adalah proses pemisahan tubuh induk (fragmen) yang kemudian dapat berkembang menjadi individu baru. Fragmen lumut kerak pada jenis Fructicose dapat terbawa air atau angin untuk kemudian menempel pada substrat baru

dan membentuk individu baru. Reproduksi asexual dengan cara fragmentasi dinilai sebagai cara paling baik dan produktif dalam perkembangbiakan lumut kerak.

- b) Isidia, berbentuk seperti karang dan bersifat mudah pecah. Sebanyak 20% hingga 30% lumut kerak tipe foliose dan fruticose teridentifikasi memiliki isidia. Potongan talus yang terbawa oleh air atau angin, kemudian akan menempel pada substrat baru. Jika kondisi lingkungannya sesuai, maka individu baru akan tumbuh.
- c) Soredia, merupakan suatu struktur berbentuk granula berwarna putih keabuan atau kehijauan. Sama seperti halnya dengan isidia, soredia akan disebarkan oleh air, angin, maupun serangga. Ketika soredia menempel pada substrat baru dengan kondisi lingkungan yang sesuai, maka soredia akan berkembangbiak menjadi individu baru (Waruwu, dkk., 2022).

e. Peran Lumut Kerak dalam Kehidupan

Lumut kerak memiliki nilai fungsi baik secara ekologis maupun secara ekonomis. Secara ekologis, lumut kerak berperan sebagai organisme perintis / pioneer. Lichen mampu hidup di daerah yang keras, kering dan minim nutrisi. Namun, lumut kerak memiliki karakteristik yang mampu menguraikan nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan, seperti nitrogen, karbon, dan unsur-unsur lainnya. Sehingga kehadiran lumut kerak dapat mendukung tumbuhnya organisme lain (Waruwu, dkk., 2022).

Lumut kerak juga berkontribusi dalam suplai oksigen di lingkungan. Fungsi ini berkaitan dengan adanya proses fotosintesis oleh lumut kerak yang dilakukan oleh komponen alga. Keberadaan lumut kerak juga berperan sebagai bioindikator pencemaran udara dan biomonitoring kualitas udara. Tingkat populasi lumut kerak dalam suatu wilayah mampu memberi gambaran terkait informasi jenis lumut kerak terhadap toleransi dan kerentanan terhadap molekul pencemar udara. Ketika suatu wilayah memiliki tingkat pencemaran yang tinggi, maka semakin rendah pula tingkat keanekaragaman lumut kerak. Perlu diketahui

bahwa beberapa jenis lumut kerak mampu membersihkan kandungan zat radioaktif di atmosfer seperti *Strontium* (^{90}Sr) dan *Caesium* (^{137}Sc).

Selain perannya dalam sudut pandang ekologis, peran lumut kerak secara ekonomis antara lain (Waruwu, dkk., 2022):

1) Bahan obat-obatan

Pemanfaatan lumut kerak sebagai bahan pembuatan obat-obatan merujuk pada substansi yang terkandung di dalamnya. Substansi ini terbentuk atas metabolit sekunder yang terdiri atas senyawa turunan dari asam amino, peptide, gula alkohol, asam pulvinat, asam alifatik, terpenoid, karotenoid, steroid, fenol monosiklik, xanthones, antrakuinon, depsides, asam usnat, dibenzofurans, dan senyawa-senyawa lainnya. Kandungan senyawa-senyawa ini dapat digunakan sebagai bahan pembuatan antibiotik, antivirus, antijamur, antiinflamasi, antipiretik, analgesik, antiproliferatif, dan efek sitotoksin. Contoh penggunaan lumut kerak sebagai obat-obatan antara lain:

- a) *Usnea florida* yang digunakan dalam penanganan masalah rambut.
- b) *Xanthoria parietina* yang digunakan dalam pengobatan penyakit kuning.
- c) *Cetraria islandica* sebagai obat batuk.
- d) *Lobaria pulmonaria* digunakan sebagai obat dari penyakit TBC dan penyakit paru-paru.
- e) *Parmelia saxatilis* yang digunakan untuk mengobati penyakit epilepsi.
- f) *Usnea filipendula* yang digunakan sebagai obat luka (antiseptik).

Penggunaan lumut kerak sebagai bahan obat masih dalam tahap pengembangan. Ekstrak lumut kerak memiliki karakteristik yang lebih efektif dan memiliki tingkat toksisitas yang lebih rendah dari obat sintetis. Namun, penggunaan lumut kerak sebagai bahan obat-obatan masih dikhawatirkan akan merusak habitat lumut kerak. Ditambah dengan laju pertumbuhan lumut kerak yang lambat membuat pemanfaatan lumut kerak sebagai bahan obat-obatan masih perlu dipertimbangkan.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 2.4 Spesies lumut kerak sebagai bahan obat

Sumber: britishlichensociety.org.uk

2) Bahan makanan

Pemanfaatan lumut kerak sebagai bahan pangan, dapat ditemui di berbagai wilayah. Negara Jepang menjadi salah satu negara yang memanfaatkan lumut kerak sebagai bahan pangan, yaitu penggunaan lumut kerak jenis *Umbilicaria esculenta* yang dihidangkan dengan sup atau juga dapat digunakan dalam pembuatan salad. Kemudian orang-orang dari suku Eskimo juga memanfaatkan lumut kerak jenis *Cetraria canadensis* sebagai pakan ternak. Di India juga ditemukan adanya penggunaan lumut kerak jenis *Parmelia sp.* sebagai bahan pembuatan bubuk kari.

3) Bahan pewarna dan bahan parfum

Salah satu jenis lumut kerak yang dapat dijadikan sebagai bahan pewarna adalah *Parmelia sulcata*. Selain itu, Jepang menjadi salah satu negara yang mengembangkan cat antijamur dengan memanfaatkan kehadiran lumut kerak. Penggunaan lumut kerak sebagai bahan pewarna, terutama bagi industri tekstil juga perlu perhatian yang khusus. Hal ini dikarenakan beberapa jenis lumut kerak dapat

menyebabkan reaksi alergi bagi kulit manusia. Contoh lain penggunaan lumut kerak sebagai bahan parfum adalah pada ekstraksi senyawa dari talus lumut kerak jenis *Evernia prunastri* yang juga dapat digunakan dalam pembuatan sabun mandi.

2. Wisata Umbul Jumprit

a. Sejarah Umbul Jumprit

Objek wisata umbul jumprit terletak di Desa Tegalrejo, Kecamatan Ngadirejo, Kabupaten Temanggung. Umbul Jumprit dikenal sebagai objek wisata religi yang terkenal akan sumber mata airnya. Sumber mata air di Umbul Jumprit ini menjadi hulu sungai Kali Progo yang juga menjadi tempat pengambilan air suci yang akan digunakan dalam upacara Trimurti Waisak bagi umat Budha. Umbul Jumprit berada pada titik koordinat - 7.254356, 110.016937, dan berada pada ketinggian 2100 mdpl.

Sejarah Jumprit tidak terlepas dari runtuhnya kerajaan Majapahit. Berdasarkan catatan sejarah, nama Jumprit tidak lepas dari keberadaan Pangeran Singonegoro (Ki Jumprit) yang

merupakan penasihat raja Majapahit yang terakhir yaitu Raja Brawijaya V.



Gambar 2.5 Sumber mata air Umbul Jumprit
(Dokumentasi pribadi, 2025)

Dikisahkan bahwa pada kala itu atas perintah Raden Patah, Kerajaan Islam Demak melakukan perluasan wilayah dan misi pengembangan syariat Islam. Raden Patah bersama para Sunan melakukan penyerangan terhadap Kerajaan Majapahit yang pada kala itu dipimpin oleh Raja Brawijaya V. Persekutuan antara Kerajaan Islam Demak dengan para Sunan dilatarbelakangi oleh kekalahan para Sunan dalam peperangan melawan Kerajaan Majapahit. Para Sunan menyatakan

bahwa Raja Brawijaya merupakan seorang kafir yang tidak mau memeluk agama Islam dan halal untuk dibunuh. Perlu diketahui bahwa Raden Patah selaku pemimpin Kerajaan Islam Demak merupakan putra dari Raja Brawijaya V. Raden Patah tega untuk membunuh ayahnya sendiri atas dasar perbedaan keyakinan.

Kerajaan Majapahit mengalami keruntuhan pada tahun 1478 M. Raja Brawijaya memilih mengalah kepada anaknya dan memutuskan untuk melakukan Moksa di Gunung Lawu. Sedangkan dibawah kepemimpinan Raden Patah, para pengikutnya harus tunduk kepada Raden Patah dan mengikuti ajaran Islam. Bagi pengikutnya yang tidak tunduk kepada Raden Patah untuk masuk ke dalam agama Islam, maka hukumnya halal untuk dibunuh. Namun, dari runtuhnya Kerajaan Majapahit, juga terdapat beberapa tokoh yang melarikan diri dari kepemimpinan Raden Patah, salah satunya adalah Pangeran Singonegoro atau yang dikenal dengan nama Ki Jumprit.

Ki Jumprit melakukan pelarian dan mengasingkan diri ke wilayah dataran tinggi, tepatnya di Desa Tegalrejo, Kecamatan Ngadirejo,

Kabupaten Temanggung. Ki Jumprit melakukan pengasingan diri bersama dengan istri dan kedua pengawalnya yaitu Mahesa Aduk dan Endong Wulung, serta Ki Dipo yang merupakan seekor kera putih. Selama hidupnya, Ki Jumprit bertapa wilayah mata air dan melakukan penyebaran agama Hindu bersama istrinya di sekitar wilayah Desa Tegalrejo. Kata Jumprit diambil dari nama Ki Jumprit yang dikenal sebagai juru kunci dari wisata Umbul jumprit. Makam Ki Jumprit juga berada di dalam area wisata Umbul Jumprit. Setelah kematian Ki Jumprit, sang kera putih (Ki Dipo) dipercaya menjaga makam Ki Jumprit beserta keturunannya hingga sekarang. Sedangkan kedua pengawal Ki Jumprit memilih untuk turun gunung dan mendirikan Candi Pringapus yang berlokasi tidak jauh dari Umbul Jumprit.



Gambar 2.6 Makam Ki Jumprit
(Dokumentasi pribadi, 2025)

b. Fasilitas Wisata Umbul Jumprit

Sebagai lokasi pariwisata yang juga lekat dengan simbol budaya dan keagamaan, tentu wisata Umbul Jumprit memiliki daya tarik tersendiri. Guna menunjang dan meningkatkan daya tarik pengunjung, area wisata ini memiliki berbagai fasilitas yang terus dikembangkan, antara lain:

- 1) Aksesibilitas, area wisata ini cukup mudah untuk dijangkau oleh kendaraan bermotor. Namun, sejauh ini masih cukup jarang angkutan umum yang melewati area ini. Sehingga untuk mencapai wisata ini dapat menggunakan sepeda motor atau kendaraan pribadi lainnya. Akses jalan menuju wisata juga

dapat dikatakan baik dan beraspal. Wisata ini memiliki lokasi yang cukup strategis karena dapat diakses dari berbagai wilayah, baik itu dari Ngadirejo, Wonosobo, Dieng, dan Candirot.

- 2) Keamanan, lokasi wisata ini selalu dijaga oleh satuan pengamanan yang telah dibekali informasi terkait umbul jumprit. Sehingga bagi pengunjung yang membutuhkan informasi terkait umbul jumprit dapat bertanya langsung kepada petugas keamanan yang berjaga.



Gambar 2.7 Pintu masuk Wisata Umbul
Jumprit
(Dokumentasi pribadi, 2025)

- 3) Lahan Parkir, wisata ini juga dilengkapi dengan lahan parkir yang cukup luas. Lahan parkir ini dapat diakses dengan mudah karena lokasinya yang berada ditepi jalan. Lahan parkir wisata umbul jumprit berada di seberang loket wisata Umbul Jumprit.



Gambar 2.8 Lahan parkir Wisata Umbul
Jumprit
(Dokumantasi pribadi, 2025)

- 4) Toilet, kamar mandi atau toilet menjadi salah satu fasilitas yang harus ada di berbagai objek wisata. Toilet di wisata Umbul Jumprit terdapat diluar area wisata yang berada di samping

loket, dan di dalam area wisata yang berada di belakang pendopo tempat istirahat.



Gambar 2.9 Toilet luar Wisata Umbul Jumprit
(Dokumentasi pribadi, 2025)

- 5) Warung Makan, disekitar wisata Umbul Jumprit juga dapat dengan mudah ditemukan warung-warung makan, baik itu di seberang loket masuk wisata maupun di samping lahan parkir wisata (Kusuma, 2022).

3. Booklet

a. Pengertian Booklet

Booklet merupakan suatu bentuk inovasi karya yang dapat digunakan salah satunya sebagai media pembelajaran (*Oktavia & Zulyusri, 2024*). Booklet memiliki karakteristik yang berbeda dengan buku pada umumnya. Definisi booklet menurut para ahli merupakan media berupa buku kecil dengan

minimal 5 halaman dan jumlah maksimal 40 halaman (Sinarti et al., 2018). Penyajian booklet dapat dilakukan melalui media cetak maupun media elektronik dengan desain tampilan yang bervariasi. Istilah lain menyatakan bahwa booklet berasal dari dua kata yaitu “buku” dan “leaflet”. Hal ini mengacu pada karakteristik booklet berupa buku yang berisi kumpulan leaflet dengan tema yang sama (Yudistira, et.al., 2021).

Booklet menjadi salah satu pilihan media yang dapat digunakan untuk menunjang proses pembelajaran agar lebih efektif dan efisien (Oktavia & Zulyusri, 2024). Selain bentuknya yang lebih kecil dari buku biasa, informasi yang tersaji dalam booklet bersifat lebih ringkas, jelas dan mudah dipahami (Hafizah, et.al., 2022). Penyajian informasi dalam booklet dapat berupa tulisan, gambar, maupun keduanya. Penambahan gambar dan keterangan lainnya dalam penyajian booklet sangat membantu pembaca dalam memahami isi booklet (Hanifah et al., 2020).

b. Format Booklet

Dikutip dari *Gustaning (2024)*, format booklet terdiri atas:

1) Pendahuluan

Bagian dalam pendahuluan memuat halaman judul, kata pengantar, daftar isi dan informasi peneliti:

- a) Halaman judul berisi judul booklet, identitas penulis dan gambaran isi booklet.
- b) Kata pengantar berisi ucapan syukur dan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penyusunan booklet.
- c) Daftar isi mencakup indeks halaman dari keseluruhan materi yang termuat dalam booklet.
- d) Identitas peneliti berisi informasi terkait peneliti.

2) Isi

Bagian isi booklet memuat pendahuluan dan bagian isi itu sendiri:

- a) Pendahuluan memuat penjelasan singkat tentang isi dari booklet dan konsep dari booklet yang dibuat.

- b) Bagian isi mencakup seluruh materi sesuai dengan tema dan topik pembahasan yang digunakan.

3) Penutup

Bagian penutup memuat halaman galeri, glosarium, daftar Pustaka, dan profil peneliti:

- a) Halaman galeri berisi kumpulan gambar atau dokumentasi yang perlu untuk ditampilkan.
- b) Glosarium berisi penjelasan mengenai istilah-istilah sulit atau bahasa asing yang termuat dalam booklet.
- c) Daftar Pustaka berisi daftar rujukan dari artikel atau buku yang digunakan.
- d) Profil peneliti berisi identitas dan informasi peneliti.

c. Aspek Penilaian Booklet

Penggunaan booklet dalam sistem pembelajaran diharapkan mampu memberikan efektifitas dan efisiensi yang berarti bagi pemahaman peserta didik. Menurut Susilawati & Marlina, (2015) booklet memiliki beberapa aspek yang harus terpenuhi agar dapat dinyatakan layak digunakan dalam proses pembelajaran, yaitu:

- 1) Aspek Format, mencakup desain sampul menarik atau tidak, tingkat kejelasan tampilan, ukuran dan jenis font yang digunakan, dan penggunaan sistematika dalam penyampaian bahan ajar.
- 2) Aspek Isi, mencakup penyampaian konsep yang jelas dan mudah dipahami, kesesuaian gambar, kelengkapan informasi yang disajikan, dan kesesuaian isi booklet dengan tujuan pembelajaran.
- 3) Aspek Bahasa, mencakup penggunaan bahasa yang mudah dipahami, dan sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI), serta penggunaan kalimat yang tidak menimbulkan persepsi ganda.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

1. Penelitian oleh Afri Roziaty (2016), dengan judul “Identifikasi Lumut Kerak (*Lichen*) di Area Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran udara dengan menggunakan bioindikator lumut kerak (*lichen*) di Area Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. Metode yang digunakan dalam pengambilan data adalah eksploratif dengan penjelajahan pada 5

stasiun penelitian. Teknik pengambilan sampel lumut kerak menggunakan teknik *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase lichen tertinggi 48,3% dan persentase terendah berada pada 16,3. *Lichen* yang ditemukan dalam jumlah sedikit mengindikasikan bahwa di wilayah penelitian telah terjadi pencemaran udara (Roziaty, 2016).

2. Penelitian oleh Rasyidah (2018) dengan judul “Kelimpahan Lumut Kerak (*Lichens*) sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Perkotaan Kota Medan”. Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* dan analisis data berupa pertimbangan data frekuensi dan rata-rata diameter lumut kerak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah lumut kerak yang ditemukan di wilayah yang dekat dengan sumber pencemar dengan wilayah yang jauh dari sumber pencemar. Selain itu, terdapat perbedaan morfologi lumut kerak berdasarkan karakteristik wilayah penelitian, seperti warna talus dan diameter lumut kerak (Rasyidah, 2018).
3. Penelitian oleh Hetkandra Madjeni, Arnold, dan Novi I Bullu (2020) dengan judul “Keanekaragaman Lumut Kerak (*Liken*) sebagai Bioindikator Pencemaran Udara

di Taman Wisata Alam Camplong Kabupaten Kupang”. Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel secara *purposive sampling* serta identifikasi morfologi. Pengukuran tingkat kualitas udara pada penelitian ini didasarkan pada indeks keanekaragaman dan indeks pemerataan dari lumut kerak (*Liken*) yang ditemukan. Pengukuran indeks keanekaragaman diukur menggunakan indeks *Shannon-Wiener*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kepadatan lalu lintas kendaraan bermotor berpengaruh terhadap keanekaragaman *lichen*. Indeks keanekaragaman *lichen* yang ditemukan sebesar 0,72 atau dikatakan *lichen* memiliki tingkat keanekaragaman yang rendah (Madjeni, *et.al.*, 2020).

4. Penelitian oleh Melfa Aisyah Hutasuhut, Husnarika Febriani dan Sutra Devi (2021) dengan judul “Identifikasi dan Karakteristik Habitat Jenis Lumut Kerak di Taman Wisata Alam Sicikeh-Cikeh Kabupaten Dairi Sumatera Utara”. Penelitian ini menggunakan metode survey eksploratif melalui penjelajahan lokasi penelitian. Hasil penelitian ini ditemukan 19 jenis *lichen* dengan karakteristik habitat terdiri atas menempel dipohon, hidup di serasah dan tanah dengan

tipe talus *Crustose*, *Foliose*, dan *Fructose* (Hutasuhut, *et.al.*, 2021).

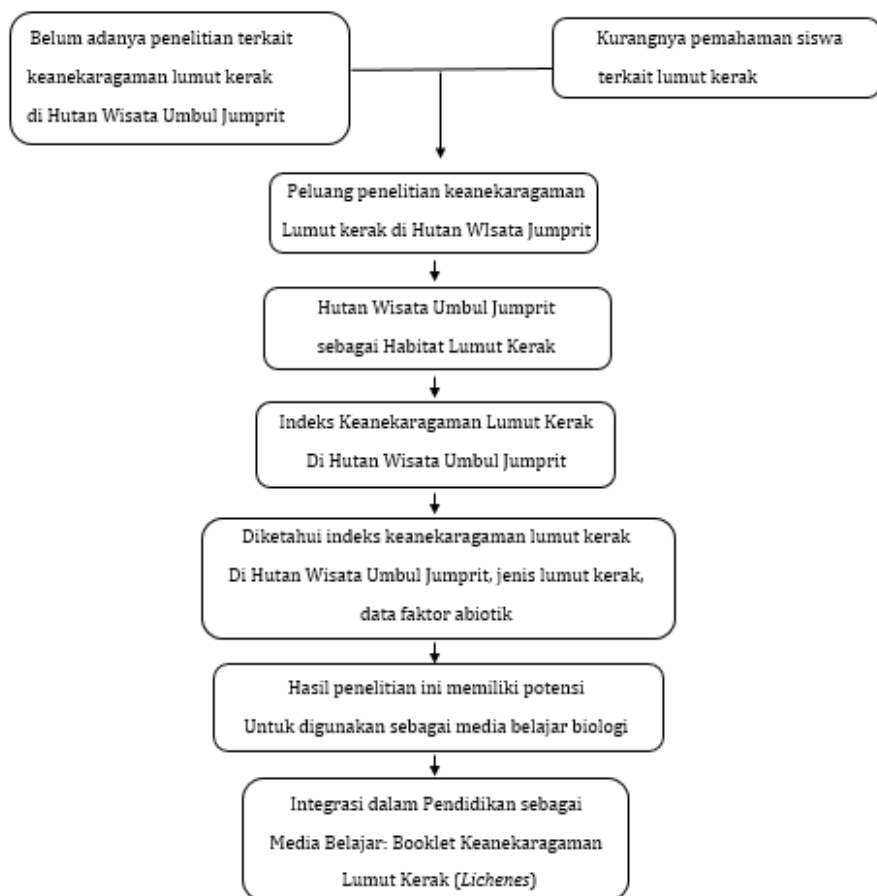
5. Penelitian oleh Siti Wahidah, Sri Aminati dan Amalia Rezeki (2022) dengan judul Pengembangan E-Booklet Lumut Kerak (Lichen) di Taman Buah Lokal Kawasan Mangrove Rambai Center sebagai Materi Penunjang Mata Kuliah Cryptogram. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan metode pengambilan data melalui sistem jelajah. Pengembangan E-booklet dilakukan menggunakan pendekatan RnD. Hasil penilaian e-booklet lumut kerak memperoleh nilai kesesuaian 4.47 dengan kategori sesuai, nilai kelayakan 4.47 dengan kategori layak, nilai keterbacaan sebesar 89.6% dengan kategori sangat baik, dan nilai respon siswa sebesar 90% dengan kategori sangat positif (Wahidah, *et.al.*, 2022).

Berdasarkan daftar relevansi penelitian yang digunakan, penelitian ini menggunakan variabel yang sama yaitu keanekaragaman lumut kerak. Penelitian ini dilakukan dalam wilayah yang berbeda dan belum pernah diteliti sebelumnya berkaitan dengan pemanfaatan keanekaragaman lumut kerak dalam pendidikan. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksploratif, dengan menggunakan metode jelajah atau

eksplorasi untuk analisis keanekaragaman lumut kerak.

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diperoleh kerangka berpikir sebagai berikut:



Gambar 2.10 Kerangka Berpikir

BAB III

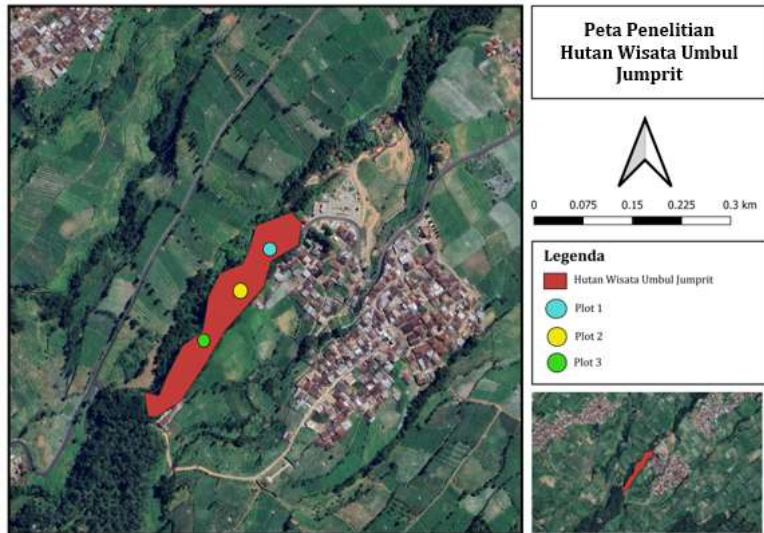
METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian lapangan (*field research*). Desain penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan tetap menggunakan pendekatan kuantitatif sebagai data pelengkap. Fokus penelitian ini berada pada studi keanekaragaman lumut kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit. Pengukuran tingkat keanekaragaman lumut kerak diperoleh melalui metode jelajah atau eksplorasi dengan data berupa nilai kategori keanekaragaman lumut kerak, deskripsi temuan jenis-jenis lumut kerak dan data faktor abiotik lumut kerak. Data hasil penelitian kemudian akan dibuat dalam bentuk booklet pendidikan sebagai media belajar Biologi. Pengembangan booklet keanekaragaman lumut kerak menggunakan model pengembangan 4D.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit. Penelitian ini dilakukan kurang lebih selama dua bulan, yaitu bulan Mei dan Juni 2025.



Gambar 3.1 Peta Wilayah Penelitian Hutan Wisata Umlu
Jumprit

Letak geografis : -7.254356, 110.016937

Ketinggian : 2100 mdpl

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dan sampel pada penelitian ini antara lain:

1. Populasi

Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah lumut kerak di Hutan Wisata Umlu Jumprit.

2. Sampel

Pemilihan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan tingkatan ketinggian wilayah di Hutan Wisata Umlu Jumprit. Pengambilan sampel lumut kerak dilakukan melalui

metode jelajah (*cruise method*). Wilayah penelitian terbagi ke dalam 3 plot dengan masing-masing plot berukuran 10x10 meter dengan jarak masing-masing plot 15 m. Plot 1 berada di area wisata Umbul Jumprit dengan tingkat ketinggian terendah, plot 2 berada di pertengahan hutan tidak jauh dari area wisata, dan plot 3 berada di wilayah tertinggi hutan wisata. Pengamatan faktor abiotik mencakup kelembaban udara, suhu udara, dan intensitas cahaya yang diambil pada tiap plot pengamatan. Pengukuran kelembaban udara, suhu udara, dan intensitas cahaya dilakukan pada pagi hari pukul 09.00.

D. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua sumber data, yaitu:

1. Sumber Data Primer

Sumber data primer diperoleh melalui metode jelajah atau eksplorasi.

2. Sumber Data Sekunder

Sumber data sekunder diperoleh melalui studi pustaka, artikel pendukung, buku penunjang penelitian, website lichenportal.org, dan website gbif.org.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Data penelitian dalam mengukur tingkat keanekaragaman lumut kerak diambil melalui metode

jelajah atau eksplorasi dengan cara melakukan penjelajahan dan pengamatan secara langsung pada lokasi penelitian untuk mendapatkan sampel dan data terkait keanekaragaman lumut kerak (*Lichens*). Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data indeks keanekaragaman jenis lumut kerak, data talus lumut kerak, jenis inang dari lumut kerak, jumlah lumut kerak yang ditemukan (lampiran 7-9) dan data faktor abiotik lumut kerak. Berikut disajikan pada tabel 3.1 tentang teknik dan instrumen pengumpulan data,

Tabel 3.1 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

No.	Data	Teknik	Instrumen
1.	Keanekaragaman Lumut Kerak:	Eksplorasi/ Jelajah	Lembar observasi (lampiran 5)
	a. Jenis lumut kerak		
	b. Tipe talus		
	c. Jenis inang		
	d. Jumlah spesies lumut kerak		
	e. Faktor Abiotik		
2.	Validitas Booklet	1. Validasi ahli media dan ahli materi.	1. Angket penilaian validasi media

No.	Data	Teknik	Instrumen
		2. Uji coba pengembangan	(lampiran 9) dan validasi materi (lampiran 10)
		2. Angket penilaian peserta didik	(lampiran 15)

Berikut alat dan prosedur pengukuran dan identifikasi keanekaragaman lumut kerak (Roziaty, 2016; Nurzahra & Indrowati, 2024): tali rafia, thermohygrometer, lux meter, alat tulis, dan kamera. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati morfologi lumut kerak berdasarkan tipe talus dari lumut kerak (*Lichens*). Pengamatan terhadap tipe talus dan morfologi lumut kerak dilakukan secara makroskopis di lokasi penelitian. Data kelembaban udara dan suhu udara dilakukan dengan mengukur pada tempat tumbuhnya lumut kerak. Pengukuran dilakukan pada pagi hari pukul 09.00 untuk memperoleh variasi kelembaban udara dan suhu udara di lokasi penelitian (Kurniasih, *et.al.*, 2020). Data pengamatan dari lumut kerak diambil dan dicatat dalam lembar pengamatan (lampiran 7-9) dan dilakukan dokumentasi pengamatan. Data hasil

pengamatan kemudian dianalisis dengan merujuk pada buku pedoman yang digunakan. Data hasil pengamatan kemudian akan dilakukan analisis indeks keanekaragaman lumut kerak (*Lichens*), data talus lumut kerak, jenis inang dari lumut kerak, jumlah lumut kerak yang ditemukan dan faktor abiotik lumut kerak.

F. Teknik Analisis Data

Data lumut kerak yang telah diperoleh, kemudian akan dianalisis indeks keanekaragaman lumut kerak (*Lichens*), data jenis lumut kerak, data talus lumut kerak, jenis inang dari lumut kerak, jumlah lumut kerak yang ditemukan, dan faktor abiotik lumut kerak.

a. Indeks Keanekaragaman *Shannon-Wiener*

Data keanekaragaman lumut kerak ditentukan menggunakan indeks *Shannon Wiener* (H') (Odum, 1996) dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^n (pi) (\ln pi)$$

Keterangan:

P_i : $\sum n_i / N$

H' : Indeks Keragaman *Shannon-Wiener*

p_i : Jumlah individu suatu spesies / jumlah total seluruh spesies

n_i : Jumlah individu spesies ke- i

N : Jumlah total individu

Klasifikasi nilai indeks *Shannon-Wiener* adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Indeks *Shannon-Wiener*

Nilai Indeks <i>Shannon-Wiener</i>	Kategori
3	Keanekaragaman tinggi
1 – 3	Keanekaragaman sedang
<1	Keanekaragaman rendah

- b. Jenis Lumut Kerak, Data Talus Lumut Kerak, Jenis Inang Dari Lumut Kerak, Jumlah Lumut Kerak, dan Faktor Abiotik Lumut Kerak

Data temuan lumut kerak akan dilakukan determinasi dengan acuan buku dari Rogen Rosentreter, Matthew Bowker dan Jayne Belnap (2007) dengan judul “*A Field Guide to Biological Soil Crusts of Western US Dryland-Common Lichen and Bryophytes*”, dan buku dari Frans, B., N., A Waruwu, Ashar Hasairin, dan Mufti Sudibyo (2022) dengan judul “Keanekaragaman Jenis Lichen (Lumut Kerak) di Kawasan Tahura Bukit Barisan”. Selain itu, determinasi lumut kerak juga menggunakan artikel rujukan sebagai sumber sekunder.

G. Metode Pengembangan *Booklet*

1. Model Pengembangan

Pengembangan media pembelajaran dalam penelitian ini dilakukan menggunakan model 4D dari Thiagarajan, *et.al.*, (1974). Model pengembangan ini terdiri atas 4 tahapan, yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Namun, dalam penelitian ini hanya akan dilakukan pada tahap *Develop* (Pengembangan) saja.

a. *Define* (Pendefinisian)

Tahapan ini merupakan tahap awal yang bertujuan untuk mendeskripsikan deskripsi pembelajaran yang ideal.. Tahap ini terdiri atas lima langkah pokok, yaitu:

- 1) Analisis awal-akhir, bertujuan untuk menemukan masalah dasar dalam proses pembelajaran. Pada tahap ini dilakukan analisis masalah terkait keberadaan lumut kerak dan pengetahuan siswa terkait lumut kerak. Tahap pendefinisian hanya dilakukan pada tahap analisis awal-akhir.
- 2) Analisis peserta didik, bertujuan untuk mengidentifikasi karakter peserta didik yang

sesuai dengan media belajar yang dikembangkan. Karakter peserta didik dapat berupa kemampuan kognitif, keterampilan individu dan sosial, serta minat dan bakat.

- 3) Analisis konsep, bertujuan untuk mengidentifikasi konsep pembelajaran yang sesuai untuk digunakan. Analisis konsep memastikan bahwa konsep yang digunakan telah terstruktur dan relevan. Analisis konsep pembelajaran dilakukan dengan menganalisis capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran berdasarkan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022.
- 4) Analisis tugas, dilakukan dengan mengidentifikasi keterampilan utama yang perlu dikaji dalam penelitian dan menganalisis keterampilan tambahan yang perlu diberikan kepada peserta didik.
- 5) Spesifikasi tujuan pembelajaran, dilakukan dengan merancang tujuan pembelajaran sesuai dengan karakteristik peserta didik.

b. *Design* (perancangan)

Tahapan *design* menjadi tahapan dilakukannya proses perancangan prosedur pengembangan dan model pengembangan. Tahapan ini terdiri atas beberapa langkah, yaitu:

- 1) Desain buku, dirancang dan dibuat menggunakan software berupa Canva..
- 2) Desain materi, dilakukan dengan merancang materi sesuai dengan buku panduan dan artikel rujukan guna memperoleh materi yang konkret.

c. *Develop* (pengembangan)

Tahap *develop* merupakan tahap menghasilkan produk untuk kemudian dilakukan analisis awal terhadap produk yang dibuat. Selain itu, pada tahapan ini juga terdapat uji coba produk, revisi dan validasi produk. Tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan produk akhir yang siap untuk disebarluaskan. Pengembangan media booklet dalam penelitian ini dilakukan sampai tahap *develope* pada validasi ahli materi, ahli media dan penilaian peserta didik. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- 1) Validasi ahli (*Expert Appraisal*), bertujuan untuk mendapatkan penilaian dan perbaikan terhadap produk awal. Validasi produk ini dilakukan oleh seorang pakar atau ahli dalam bidang yang diambil dalam penelitian. Validasi ini terdiri atas validasi ahli materi dan validasi ahli media. Hasil penelitian ini kemudian akan dikembangkan dalam bentuk *booklet* dengan memanfaatkan keanekaragaman *Lichens* (Lumut Kerak) di wilayah sekitar jalan alternatif Bejen-Boja sebagai salah satu media penunjang dalam pembelajaran materi Biologi. Uji kelayakan *booklet* dilakukan oleh dosen ahli yang sesuai dengan materi dan media yang digunakan dalam penelitian. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan instrumen angket penilaian dengan skor angka bertingkat. Skor yang digunakan dalam skala penilaian angket uji kelayakan oleh ahli materi (lampiran 3) dan ahli media (lampiran 4) terdiri atas skor 4, 3, 2, dan 1 yang menunjukkan suatu kriteria dalam sebuah urutan tingkatan (Arikunto, 2013). Data yang digunakan dalam uji kelayakan ini berupa angka yang

merepresentasikan pernyataan berdasarkan tingkat kriteria kelayakan.

Tabel 3.3 Kriteria Penilaian Angket Uji Kelayakan *Booklet*

Kriteria	Simbol
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Sangat Kurang	1

Sumber: Arikunto, 2013

Perolehan data hasil penilaian oleh ahli materi dan ahli media kemudian dihitung menggunakan rumus berikut ini (Akbar, 2013):

$$Persentase = \frac{Skor\ total}{Skor\ maksimal} \times 100\%$$

Hasil perhitungan skor hasil penilaian tersaji dalam bentuk persentase. Nilai persentase yang diperoleh kemudian dianalisis dengan kriteria kelayakan sebagai berikut:

Tabel 3.4 Kriteria Kelayakan *Booklet*

Kategori	Persentase
Sangat Layak	81% - 100%
Layak	61% - 80%

Kategori	Persentase
Kurang Layak	41% - 60%
Tidak Layak	21% - 40%
Sangat Tidak Layak	0% - 20%

Sumber: Akbar, 2013

- 2) Uji coba pengembangan (*developmental testing*), pada tahap ini dilakukan pengujian lapangan untuk mendapatkan penilaian dan masukan secara langsung dari peserta didik dan guru pengampu terhadap produk yang dihasilkan. Tahap uji coba pengembangan dalam penelitian ini dilakukan dengan penilaian media oleh peserta didik.

Penilaian media oleh peserta didik dilakukan menggunakan instrumen angket dengan penilaian skala 4 (Tabel 3.5).

Tabel 3.5 Kriteria Penilaian Angket Uji Kelayakan *Booklet* oleh Peserta Didik

Kriteria	Simbol
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Sangat Kurang	1

Sumber: Arikunto, 2013

Perolehan data hasil penilaian oleh peserta didik kemudian dihitung menggunakan rumus berikut ini (Akbar, 2013):

$$Persentase = \frac{Skor\ total}{Skor\ maksimal} \times 100\%$$

Hasil perhitungan skor hasil penilaian tersaji dalam bentuk persentase. Nilai persentase yang diperoleh kemudian dianalisis dengan kriteria kelayakan sebagai berikut:

Tabel 3.6 Kriteria Kelayakan Booklet

Kategori	Persentase
Sangat Layak	81% - 100%
Layak	61% - 80%
Kurang Layak	41% - 60%
Tidak Layak	21% - 40%
Sangat Tidak Layak	0% - 20%

Sumber: Akbar, 2013

d. *Desseminate* (penyebaran)

Tahap disseminate tidak dilakukan pada penelitian ini. Tahap *disseminate* merupakan tahap akhir dari pengembangan produk. Tahap ini bertujuan untuk memperkenalkan dan mempromosikan produk

yang telah dibuat untuk dapat digunakan dan diterima dengan baik oleh individu maupun kelompok. Tahap *disseminate* juga dapat dilakukan pada kelas berbeda. Namun, dalam pelaksanaannya perlu analisis lebih lanjut untuk memastikan bahwa produk yang digunakan sesuai dengan kondisi kelas. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan tahap *disseminate* adalah analisis pengguna, analisis strategi dan tema, pemilihan waktu, serta media yang digunakan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pengamatan terkait keanekaragaman lumut kerak dilakukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit yang berlokasi di Desa Tegalrejo, Kecamatan Ngadirejo, Kabupaten Temanggung. Penelitian ini telah dilaksanakan pada tanggal 24 Mei 2025 – 5 Juni 2025. Pengamatan keanekaragaman lumut kerak dilakukan mulai pukul 09.00 – 13.00 wib dengan pertimbangan kondisi cuaca. Berdasarkan hasil pengamatan, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Keanekaragaman Lumut Kerak yang Ditemukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit

Indeks keanekaragaman merupakan suatu parameter yang digunakan dalam mengukur kestabilan suatu vegetasi. Penelitian yang dilakukan pada tiga plot pengukuran di Hutan Wisata Umbul Jumprit diperoleh berbagai spesies lumut kerak. Berdasarkan data temuan lumut kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit diperoleh indeks keanekaragaman lumut kerak sebagaimana pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit

No.	Species	Jumlah	Pi	lnPi	Pi lnPi
1	<i>Baeomyces rufus</i>	25	0.016	-4.115	-0.067
2	<i>Cryptothecia striata</i>	346	0.225	-1.487	-0.336
3	<i>Dririnaria picta</i>	20	0.013	-4.338	-0.056
4	<i>Phlyctis argena</i>	94	0.061	-2.791	-0.171
5	<i>Buellia erubescens</i>	3	0.002	-6.235	-0.012
6	<i>Caloplaca holocarpa</i>	51	0.033	-3.402	-0.113
7	<i>Graphis scripta</i>	81	0.052	-2.939	-0.155
8	<i>Graphis sp.1</i>	68	0.044	-3.114	-0.138
9	<i>Graphis sp.2</i>	61	0.039	-3.223	-0.128
10	<i>Graphis sp.3</i>	6	0.003	-5.542	-0.021
11	<i>Graphis sp.4</i>	3	0.002	-6.235	-0.012
12	<i>Graphis sp.5</i>	30	0.019	-3.933	-0.077
13	<i>Graphis elegans</i>	56	0.036	-3.309	-0.121
14	<i>Bacidia viridifarinsa</i>	110	0.071	-2.633	-0.189
15	<i>Ropalospora viridis</i>	68	0.044	-3.114	-0.138
16	<i>Calicium viridae</i>	32	0.020	-3.868	-0.080
17	<i>Arthonia radiata</i>	54	0.035	-3.345	-0.117
18	<i>Lepraria incana</i>	50	0.032	-3.422	-0.111
19	<i>Lepraria lobificans</i>	20	0.013	-4.338	-0.056
20	<i>Chrisothrix xanthine</i>	40	0.026	-3.645	-0.095
21	<i>Aspicillia calcareous</i>	38	0.024	-3.696	-0.091
22	<i>Dririnaria confusa</i>	162	0.105	-2.246	-0.237
23	<i>Candelaria concolor</i>	110	0.071	-2.633	-0.189
24	<i>Diorygma poitaei</i>	4	0.002	-5.948	-0.015
Total		1532			2.734

Perhitungan indeks keanekaragaman pada tabel 4.1, dari keseluruhan spesies yang ditemukan diperoleh nilai indeks keanekaragaman lumut kerak sebesar

2.73. Hasil ini menunjukkan bahwa di Hutan Wisata Umbul Jumprit memiliki indeks keanekaragaman lumut kerak pada kategori sedang. Data perhitungan ini diakumulasi dari seluruh plot pengamatan pada lokasi penelitian. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman pada Hutan Wisata Umbul Jumprit dapat dilihat pada lampiran 3. Adapun rincian terkait indeks keanekaragaman lumut kerak pada tiap plot adalah sebagai berikut:

Tabel. 4.2 Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak pada Plot 1

No.	Spesies	Jumlah	Pi	lnPi	PilnP _i
1	<i>Baeomyces rufus</i>	7	0.020	-3.877	-0.080
2	<i>Cryptothecia striata</i>	72	0.213	-1.546	-0.329
3	<i>Dririnaria picta</i>	12	0.035	-3.338	-0.118
4	<i>Phlyctis agalaea</i>	23	0.068	-2.687	-0.182
5	<i>Candelaria concolor</i>	60	0.177	-1.728	-0.306
6	<i>Buellia erubescens</i>	3	0.008	-4.724	-0.041
7	<i>Dririnaria confusa</i>	45	0.133	-2.016	-0.268
8	<i>Aspricilia calcareous</i>	38	0.112	-2.185	-0.245
9	<i>Graphis elegans</i>	10	0.029	-3.520	-0.104
10	<i>Chrysothrix xanthina</i>	15	0.044	-3.115	-0.138
11	<i>Caloplaca holocarpa</i>	17	0.050	-2.989	-0.150
12	<i>Lepraria lobificans</i>	20	0.059	-2.827	-0.167
13	<i>Bacidia viridifarinosa</i>	16	0.047	-3.050	-0.144
Total		338			2.278

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.2 terkait indeks keanekaragaman pada plot 1 diperoleh nilai indeks keanekaragaman sebesar 2.27. Hasil ini menunjukkan bahwa pada plot 1 yang merupakan wilayah wisata memiliki indeks keanekaragaman lumut kerak dalam taraf sedang. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman pada plot 1 dapat dilihat pada lampiran 4 Perhitungan lain terkait indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 2, disajikan dalam tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 2

No.	Spesies	Jumlah	Pi	lnPi	PilnPi
1	<i>Graphis scripta</i>	54	0.105	-2.255	-0.236
2	<i>Graphis</i> sp.1	27	0.052	-2.948	-0.155
3	<i>Graphis</i> sp.2	39	0.076	-2.581	-0.195
4	<i>Graphis elegans</i>	14	0.027	-3.605	-0.098
5	<i>Cryptothecia striata</i>	112	0.217	-1.526	-0.332
6	<i>Baeomyces rufus</i>	18	0.035	-3.354	-0.117
7	<i>Calicium viride</i>	9	0.017	-4.047	-0.071
8	<i>Arthonia radiata</i>	26	0.050	-2.986	-0.151
9	<i>Caloplaca holocarpa</i>	22	0.043	-3.153	-0.135
10	<i>Lepraria incana</i>	20	0.039	-3.248	-0.126
11	<i>Phlyctis agalaea</i>	36	0.070	-2.661	-0.186
12	<i>Chrysothrix xanthina</i>	25	0.049	-3.025	-0.147
13	<i>Dririnaria confusa</i>	52	0.101	-2.293	-0.232

No.	Spesies	Jumlah	Pi	lnPi	PilnPi
14	<i>Bacidia viridifarinsa</i>	11	0.021	-3.846	-0.082
15	<i>Candelaria concolor</i>	50	0.097	-2.332	-0.226
Total		515			2.489

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 2 sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.3, diperoleh nilai indeks keanekaragaman lumut kerak sebesar 2.48. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa pada plot 2 memiliki indeks keanekaragaman lumut kerak dalam kategori sedang. Plot 2 memiliki nilai indeks keanekaragaman lumut kerak yang lebih tinggi dari nilai indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 1. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya perbedaan jumlah lumut kerak yang ditemukan dan pemerataan jumlah tiap spesies yang ditemukan. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman pada plot 2 dapat dilihat pada lampiran 5.

Data perhitungan nilai indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 3 ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4 Indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 3

No.	Species	Jumlah	Pi	lnPi	Pi/nPi
1	<i>Graphis scripta</i>	27	0.042	-3.178	-0.132
2	<i>Graphis</i> sp.1	41	0.063	-2.760	-0.175
3	<i>Graphis</i> sp.2	22	0.034	-3.383	-0.115
4	<i>Graphis</i> sp.3	6	0.009	-4.682	-0.043
5	<i>Graphis</i> sp.4	3	0.005	-5.375	-0.025
6	<i>Graphis</i> sp.5	30	0.046	-3.073	-0.142
7	<i>Graphis elegans</i>	32	0.049	-3.008	-0.149
8	<i>Cryptothecia striata</i>	131	0.202	-1.599	-0.323
9	<i>Phlyctis agalaea</i>	35	0.054	-2.919	-0.158
10	<i>Bacidia viridifarinosa</i>	83	0.128	-2.055	-0.263
11	<i>Diorygma poitaei</i>	4	0.006	-5.088	-0.031
12	<i>Ropalospora viridis</i>	68	0.105	-2.254	-0.237
13	<i>Calicium viridae</i>	23	0.035	-3.338	-0.118
14	<i>Arthonia radiata</i>	28	0.043	-3.142	-0.136
15	<i>Lepraria incana</i>	30	0.046	-3.073	-0.142
16	<i>Dririnaria confusa</i>	65	0.100	-2.300	-0.231
17	<i>Caloplaca holocarpa</i>	12	0.019	-3.989	-0.074
18	<i>Dririnaria picta</i>	8	0.012	-4.394	-0.054
Total		648			2.548

Berdasarkan perhitungan nilai indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 3 sebagaimana dapat dilihat pada tabel 4.4, diperoleh nilai sebesar 2.54. Hasil ini menunjukkan bahwa plot 3 memiliki indeks keanekaragaman lumut kerak pada kategori

sedang. Berbeda dengan nilai indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 1 dan plot 2, indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 3 menunjukkan hasil yang paling tinggi. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman pada plot 3 dapat dilihat pada lampiran 6.

2. Spesies Lumut Kerak yang Ditemukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit, dari ketiga plot pengamatan ditemukan lumut kerak yang tersebar dalam berbagai spesies dan famili. Daftar spesies lumut kerak yang ditemukan pada ketiga plot pengamatan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini:

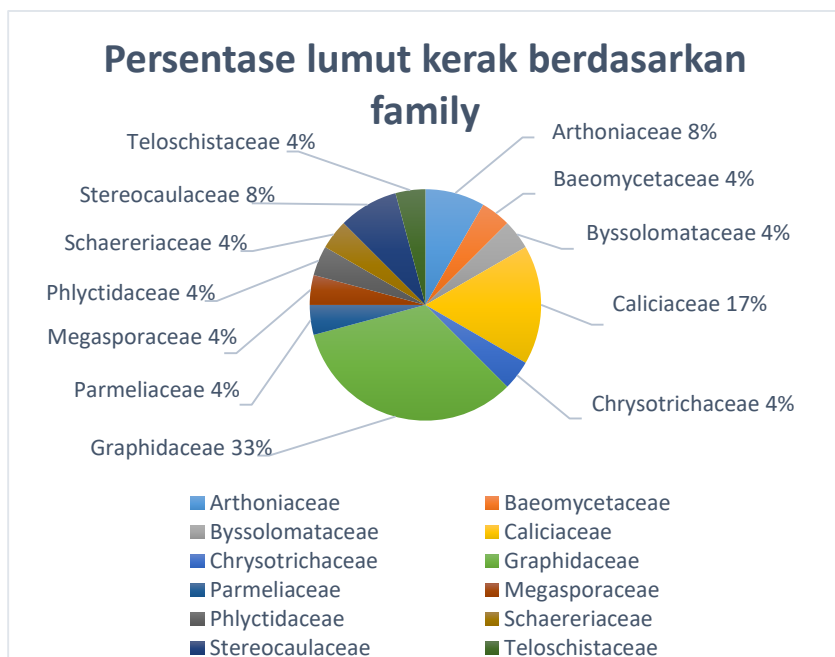
Tabel 4.5 Spesies lumut kerak yang ditemukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit

Family	Spesies	Jumlah
Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i>	346
	<i>Arthonia radiata</i>	54
Baeomycetaceae	<i>Baeomyces rufus</i>	25
Byssolomataceae	<i>Bacidia viridifarinos</i>	110
Caliciaceae	<i>Buellia erubescens</i>	3
	<i>Calicium viridae</i>	32

Family	Spesies	Jumlah
	<i>Dririnaria confusa</i>	162
	<i>Dririnaria picta</i>	20
Chrysotrichaceae	<i>Chrisothrix xanthine</i>	40
Graphidaceae	<i>Graphis scripta</i>	81
	<i>Graphis</i> sp.1	68
	<i>Graphis</i> sp.2	61
	<i>Graphis</i> sp.3	6
	<i>Graphis</i> sp.4	3
	<i>Graphis</i> sp.5	30
	<i>Graphis elegans</i>	56
	<i>Diorygma poitaei</i>	4
Megasporaceae	<i>Aspicillia calcareous</i>	38
Parmeliaceae	<i>Candelaria concolor</i>	110
Phlyctidaceae	<i>Phlyctis agalaea</i>	94
Schaereriaceae	<i>Ropalospora viridis</i>	68
Stereocaulaceae	<i>Lepraria incana</i>	50
	<i>Lepraria lobificans</i>	20
Teloschistaceae	<i>Caloplaca holocarpa</i>	51
Total		1532

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa di Hutan Wisata Umbul Jumprit ditemukan 24 spesies lumut kerak dengan total 1532 individu yang tersebar ke dalam 12

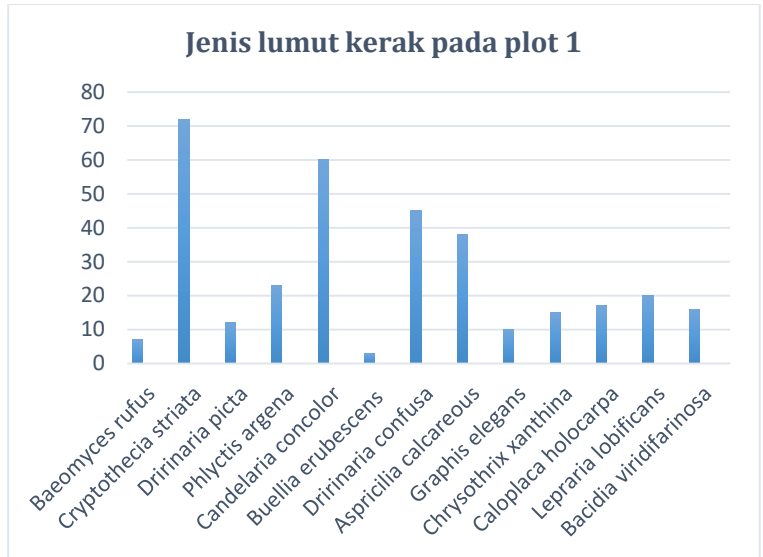
famili. Spesies lumut kerak yang paling banyak dijumpai adalah *Cryptothecia striata* yang berada pada famili Arthoniaceae dengan total 336 individu. Sedangkan spesies lumut kerak yang ditemukan dalam jumlah paling sedikit adalah *Buellia erubescens* yang berasal dari famili Caliciaceae dengan total 3 individu yang ditemukan. Berdasarkan jumlah famili yang ditemukan, berikut diagram persentase temuan lumut kerak (Gambar 4.1) di Hutan Wisata Umbul Jumprit:



Gambar 4.1 Diagram persentase temuan lumut kerak berdasarkan famili

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan bahwa jumlah persentase lumut kerak berdasarkan familinya. Persentase family tertinggi berasal dari family Graphidaceae dengan 33% spesies yang ditemukan dari total spesies pengamatan. Family Caliciaceae ditemukan sebanyak 17% dari total spesies pengamatan. Kemudian sebanyak 8% spesies dari Family Arthoniaceae dan family Stereocaulaceae, serta persentase terendah dengan masing-masing 4% spesies yang ditemukan adalah dari family Baeomycetaceae, Byssolomataceae, Chrysotrichaceae, Parmeliaceae, Pertusariaceae, Phlyctidaceae, Physciaceae, Schaereriaceae, Teloschistaceae.

Berikut disajikanata terkait jenis lumut kerak yang ditemukan pada tiap plot pengamatan di Hutan Wisata Umbul Jumprit:

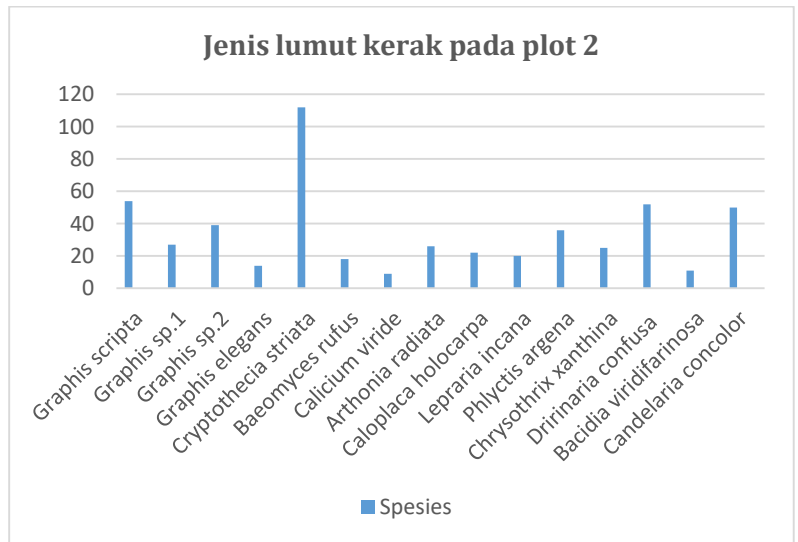


Gambar 4.2 Jenis lumut kerak pada plot 1

Berdasarkan gambar 4.2, diketahui bahwa pada plot pengamatan 1 diperoleh 13 spesies lumut kerak yang berasal dari 12 famili. Jenis lumut kerak yang ditemukan antara lain: *Baeomyces rufus*, *Cryptothecia striata*, *Dririnaria picta*, *Phlyctis agalaea*, *Candelaria concolor*, *Buellia erubescens*, *Dririnaria confuse*, *Aspicilia calcareous*, *Graphis elegans*, *Chrysothrix xanthine*, *Caloplaca holocarpa*, *Lepraria lobificans*, *Bacidia viridifarinoso*. Spesies *Cryptothecia striata* menjadi spesies lumut kerak yang paling banyak ditemukan pada plot 1 dengan total temuan sebanyak 72 individu. Spesies dengan temuan paling sedikit pada

plot 1 adalah *Buellia erubescens* dengan total temuan 3 individu. Data temuan spesies lumut kerak pada plot 1 dapat dilihat pada lampiran 7.

Data terkait temuan jenis lumut kerak pada plot 2, dapat dilihat pada gambar berikut ini:

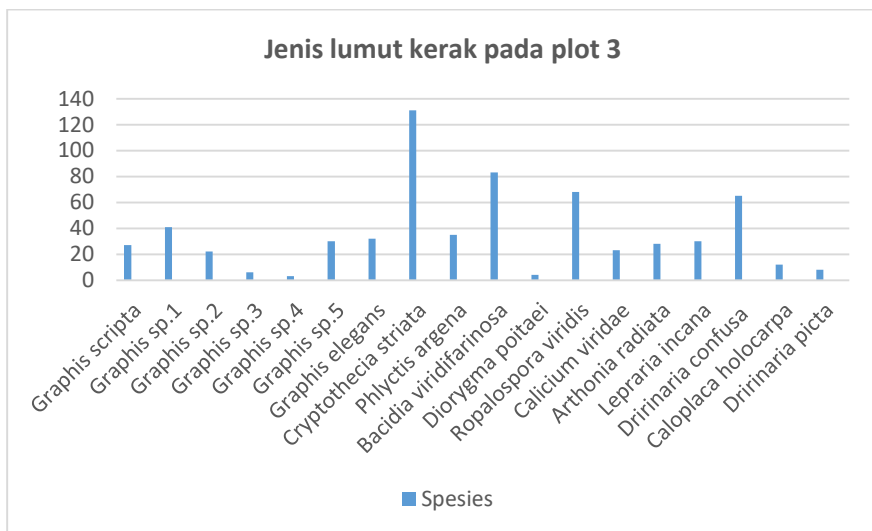


Gambar 4.3 Jenis lumut kerak pada plot 2

Berdasarkan gambar 4.3, dapat diketahui bahwa pada plot pengamatan 2, spesies lumut kerak yang ditemukan terdiri atas 15 spesies yang termasuk dalam 11 kelompok family. Jenis lumut kerak yang ditemukan pada plot 2 antara lain: *Graphis scripta*, *Graphis sp.1*, *Graphis sp.2*, *Graphis elegans*, *Cryptothecia striata*, *Baeomyces rufus*, *Calicium viride*, *Arthonia radiata*,

Caloplaca holocarpa, *Lepraria incana*, *Phlyctis agalaea*, *Chrysothrix xanthine*, *Dririnaria confuse*, *Bacidia viridifarinoso*, *Candelaria concolor*. Spesies *Cryptothecia striata* menjadi spesies yang paling banyak ditemui pada plot 2 dengan total 112 individu. Sedangkan spesies yang ditemukan paling sedikit adalah spesies *Calicium viride* dengan total 9 individu. Data temuan spesies lumut kerak pada plot 2 dapat dilihat pada lampiran 8.

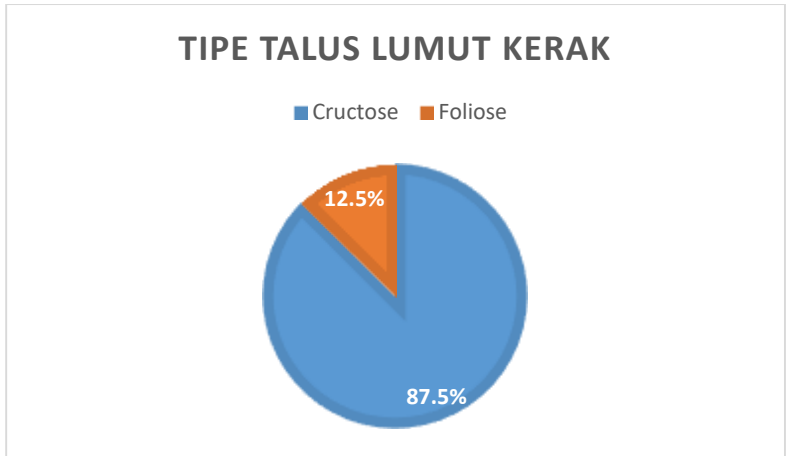
Data temuan lumut kerak pada plot 3 disajikan dalam gambar 4.4 berikut ini:



Gambar 4.4 Jenis lumut kerak pada plot 3

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa pada plot 3 ditemukan 18 spesies lumut kerak dari 9 famili. Spesies lumut kerak yang ditemukan antara lain: *Graphis scripta*, *Graphis* sp.1, *Graphis* sp.2, *Graphis* sp.3, *Graphis* sp.4, *Graphis* sp.5, *Graphis elegans*, *Cryptothecia striata*, *Phlyctis argena*, *Bacidia viridifarinoso*, *Diorygma poitaei*, *Ropalospora viridis*, *Calicium viridae*, *Arthonia radiata*, *Lepraria incana*, *Dririnaria confuse*, *Caloplaca holocarpa*, *Dririnaria picta*. Spesies yang paling banyak ditemukan pada plot 3 adalah spesies *12 striata* dengan total 152 individu. Spesies dengan jumlah temuan paling sedikit adalah spesies *Graphis* sp.4 dengan jumlah 3 individu. Data temuan spesies lumut kerak dapat dilihat pada lampiran 9.

Identifikasi lumut kerak dilakukan dengan mengamati tipe talus dan struktur talusnya. Tipe talus lumut kerak dapat berupa cructose yang berbentuk kerak dan menempel erat pada substratnya, foliose dengan talus yang berbentuk seperti daun, Fructicose dengan talus berdimensi, gelatinous dengan tekstur talus seperti jeli, serta squamulose dengan talus seperti sisik yang saling tumpang tindih. Berikut disajikan data terkait persentase lumut kerak berdasarkan tipe talus pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Persentase lumut kerak berdasarkan tipe talus

Berdasarkan gambar 4.5, diketahui bahwa dari total 24 spesies lumut kerak yang ditemukan, terdapat dua tipe talus yang teridentifikasi, yaitu cructose dan foliose. Sebanyak 87.5% atau 21 spesies memiliki tipe talus cructose, sedangkan 12.5% atau 3 spesies lainnya memiliki tipe talus foliose. Lumut kerak dengan tipe talus cructose antara lain: *Cryptothecia striata*, *Phlyctis argena*, *Buellia erubescens*, *Dririnaria confusa*, *Aspricilia calcareous*, *Graphis elegans*, *Chrysothrix xanthine*, *Caloplaca holocarpa*, *Lepraria lobificans*, *Bacidia viridifarinosa*. Spesies lumut kerak dengan tipe talus foliose antara lain: *Baeomyces rufus*, *Dririnaria picta*, dan *Candelaria concolor*.

3. Deskripsi Lumut Kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit

Berikut disajikan deskripsi spesies lumut kerak yang ditemukan dari ketiga plot pengamatan:

a. Family Arthoniaceae

Spesies lumut kerak yang ditemukan dari family Arthoniaceae terdiri atas dua spesies, yaitu *Arthonia radiata* (Gambar 4.6) dan *Cryptothecia striata* (Gambar 4.7).

1) Lumut Kerak *Arthonia radiata*

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Arthoniomycetes
Ordo	: Arthoniales
Famili	: Arthoniaceae
Genus	: <i>Arthonia</i>
Spesies	: <i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach. (GBIF, 1808)



a



b



c

Gambar 4.6 *Arthonia radiata*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembandingan (lichenportal.org)

Arthonia radiata merupakan spesies lumut kerak yang tergolong dalam lichen corticolous. Spesies ini memiliki talus berwarna abu-abu pucat yang dilengkapi dengan apothecium yang terlihat seperti bercak-bercak hitam. Tipe talus dari spesies ini adalah cructose yang melekat erat pada substrat inangnya. Apothecium ini dapat muncul dalam berbagai bentuk, baik itu berbentuk bulat, berbentuk seperti bintang atau juga dapat memanjang. Secara umum, apothecium ini berukuran antara 0,1 – 2.2 mm (Roziaty & Furi, 2017). Spesies ini dapat ditemukan hidup pada batang pohon. Berdasarkan hasil pengamatan, *Arthonia radiata* ditemukan pada batang pohon.

2) Lumut kerak *Cryptothecia striata*



a



b



c

Gambar 4.7 spesies *Cryptothecia striata*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum : Ascomycota
Kelas : Arthoniomycetes
Ordo : Arthoniales
Famili : Arthoniaceae
Genus : *Cryptothecia*
Spesies : *Cryptothecia striata* g. Thor
(GBIF, 2023)

Spesies *Cryptothecia striata* merupakan jenis lumut kerak dari famili *Arthoniaceae*. Spesies ini memiliki talus yang melekat erat pada substratnya (cructose). Warna talus yang dimiliki oleh *Cryptothecia striata* berupa putih keabu-abuan pada bagian tepi talusnya, dan warna hijau pada bagian tengahnya. Ukuran talus dari *Cryptothecia striata* dapat sangat beragam. Berdasarkan hasil pengamatan, ditemukan spesies *Cryptothecia striata* dengan ukuran antara 2.5 – 15 cm. Kemudian pada bagian talusnya tidak terlihat adanya apothecia. Menurut penelitian dari Nazira, *et.al.*, (2020) apothecia pada spesies *Cryptothecia striata* berada pada bagian talus berwarna hijau diantara struktur talus

berwarna putih keabu-abuan. Bagian paling tengah pada talus berupa bintik-bintik putih merupakan bagian propagus yang tidak dapat berdiferensiasi dengan baik. *Cryptothecia striata* sebagian besar dapat ditemukan pada permukaan batang tumbuhan (Waruwu, dkk., 2022). Pada penelitian ini, spesies *Cryptothecia striata* ditemukan pada berbagai jenis permukaan batang tumbuhan, seperti permukaan akar pohon dupa, permukaan batang pohon pinus, permukaan batang pohon sengon dan permukaan batu. Spesies ini paling banyak dijumpai dari spesies lain pada ketiga plot.

b. Family Baeomycetaceae

Spesies lumut kerak dari family Baeomycetaceae yang ditemukan dalam penelitian ini adalah spesies *Baeomyces rufus* seperti terlihat pada gambar 4.8.



a



b



c

Gambar 4.8 spesies *Baeomyces rufus*
 Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
 c) gambar pembandingan (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Subfilum	: Pezizomycotina
Kelas	: Lecanoromycetes
Sub kelas	: Ostropomycetidae
Ordo	: Baeomycetales
Famili	: Baeomycetaceae
Genus	: <i>Baeomyces</i>
Spesies	: <i>Baeomyces rufus</i> (Huds.)

Rebent. (GBIF, 1804)

Baeomyces rufus merupakan jenis lumut kerak yang memiliki tipe talus foliose dengan warna talus hijau atau hijau keabu-abuan. Lumut kerak jenis ini memiliki karakteristik bintik-bintik berwarna coklat atau kuning yang tersebar di bagian tengah talusnya (Hasairin, 2018). Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, spesies *Baeomyces rufus* ditemukan dalam ukuran kurang lebih 5 – 5.5 cm. Selain itu, spesies ini juga dapat ditemukan hidup pada substrat berupa permukaan batang pohon, salah satunya pada permukaan batang pohon dupa.

c. Family Byssolomataceae

Spesies lumut kerak yang ditemukan dalam penelitian dan merupakan anggota family Byssolomataceae adalah spesies *Bacidia viridifarinoso* seperti pada gambar 4.9.



a



b



c

Gambar 4.9 *Bacidia viridifarinoso*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Lecanorales
Famili	: Byssolomataceae
Genus	: <i>Aquacidia</i>
Spesies	: <i>Bacidia viridifarinsa</i> Coppins & P. James (GBIF, 1992)

Bacidia viridifarinsa merupakan anggota lumut kerak dari famili Ramalinaceae. Spesies ini memiliki tipe talus cructose yang melekat erat pada substrat. Permukaan talus dari *Bacidia viridifarinsa* berupa butiran halus. Talus dari spesies ini berwarna hijau atau abu-abu kehijauan, dan hijau-putih. Bagian tepi talusnya berwarna putih dan bagian tengah talusnya berwarna hijau. Struktur tubuh *Bacidia viridifarinsa* pada bagian talusnya dilengkapi dengan adanya soledia, namun struktur apothecia tidak teridentifikasi (Fithri, 2017). Berdasarkan hasil pengamatan, diperoleh spesies *Bacidia viridifarinsa* dengan ukuran 3 – 8 cm. Spesies ini ditemukan pada batang pohon mahoni, pohon trembesi, dan pohon pinus.

d. Family Caliciaceae

Spesies lumut kerak anggota family Caliciaceae dalam penelitian ini terdapat 4 spesies yang ditemukan, yaitu *Buellia erubescens* (Gambar 4.10), *Calicium viride* (Gambar 4.11), *Dririnaria confusa* (Gambar 4.12), dan *Dririnaria picta* (Gambar 4.13).

1) Lumut kerak *Buellia erubescens*

Klasifikasi:

Filum : Ascomycota

Kelas : Lecanoromycetes

Ordo : Caliciales

Famili : Caliciaceae

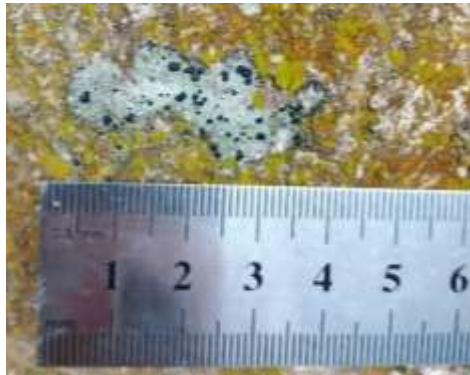
Genus : *Buellia*

Spesies : *Buellia erubescens* Arnold

(GBIF, 1875)



a



b



c

Gambar (4.10) *Buellia erubescens*
 Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
 c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Spesies lumut kerak *Buellia erubescens* memiliki tipe talus cructose yang tipis. Talusnya berwarna putih hingga keabu-abuan dengan tekstur yang bervariasi, baik itu halus, keriput, maupun retak-retak yang membentuk sebuah garis. Ciri spesifik dari spesies ini adalah bagian tepi talusnya dikelilingi oleh suatu struktur yang disebut protalus berwarna hitam. Secara umum, spesies ini memiliki apothecia berukuran 0,4 – 1,6 mm, bertangkai dengan cakram datar yang sedikit cembung (Cannon, 2020). Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, spesies ini cukup jarang ditemui pada setiap plot pengamatan. Spesies ini ditemukan menempel pada permukaan batang pohon dupa. Selain itu, spesies *Buellia erubescens* yang ditemukan berukuran 3,5 – 4 cm.

2) Lumut kerak *Calicium viridei*



a



b



c

Gambar (4.11) *Calicium viride*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

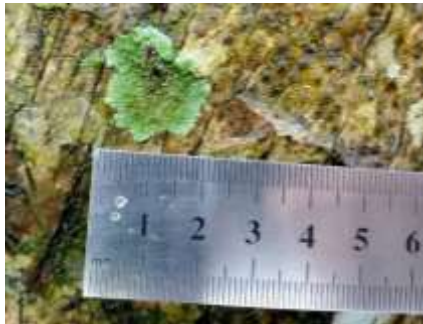
Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Caliciales
Famili	: Caliciaceae
Genus	: <i>Calicium</i>
Spesies	: <i>Calicium viride</i> Pers. (GBIF, 1992)

Spesies *Calicium viride* memiliki tipe talus yang bergranular berwarna hijau. Pada bagian talusnya juga dilengkapi dengan apothecium dengan pruina berwarna coklat yang berada di sisi bawah capitulum. Apothecium berwarna hitam sehingga tampak seperti bintik-bintik di atas talus. Secara umum, apothecium memiliki tinggi 1.1 – 2.2 mm dengan diameter kepala berkisar antara 40 – 160 μm (Tibel, 2006). *Calicium viride* hidup pada permukaan batang pohon yang memiliki tekstur kering dan bersifat asam. Spesies ini memiliki karakteristik yang mampu hidup pada kondisi lingkungan yang asam.

3) Lumut kerak *Dririnaria confuse*



a



b



c

Gambar (4.12) *Dririnaria confuse*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembandingan (lichenportal.org)

Klasifikasi:

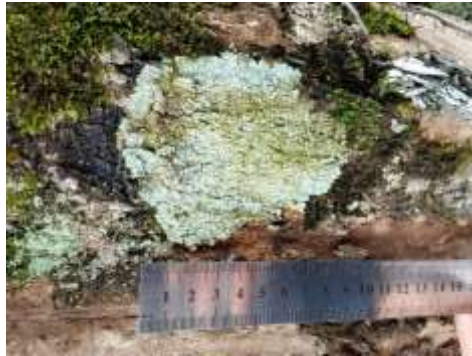
Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Teloschistales
Famili	: Physciaceae
Genus	: <i>Dririnaria</i>
Spesies	: <i>Dririnaria confusa</i> D.D Awasthi (GBIF, 1892)

Dririnaria confusa memiliki talus dengan tipe foliose berwarna hijau dengan tepi talus berwarna keputihan. Spesies ini memiliki apothecia yang tersebar di bagian tengah talusnya. Spesies ini dapat ditemukan pada substrat kulit batang pohon berkayu dan keberadaannya melimpah baik di wilayah tropis maupun subtropis (Fithri, 2017). Berdasarkan hasil pengamatan, spesies ini ditemukan melekat pada substrat batang pohon Dupa. Ukuran dari spesies ini juga sangat bervariasi. Hasil pengukuran dari spesies ini berada pada rentang 3 – 5 cm.

4) Lumut kerak *Dirinaria picta*



a



b



c

Gambar (4.13) *Dirinaria picta*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Caliciales
Famili	: Caliciaceae
Genus	: <i>Dirinaria</i>
Spesies	: <i>Dirinaria picta</i> (Sw.) Clem & Shear (GBIF, 1931)

Dirinaria picta merupakan spesies lumut kerak yang berada pada famili Caliciaceae dengan tipe talus foliose. Talusnya memiliki bentuk yang menyerupai daun yang terjalin satu sama lain dan melekat secara lebih longgar pada substratnya. Bagian tepi talusnya tidak beraturan, berlekuk dengan warna hijau keabu-abuan (Nazira, *et.al.*, 2020). Warna talus pada lumut kerak dengan spesies yang sama dapat berbeda oleh karena adanya faktor lingkungan, salah satunya dari tingkat keberadaan zat pencemar (Kovacs, (1992); Rasyidah, (2018)). *Dirinaria picta* dapat ditemukan pada permukaan batang tanaman. Berdasarkan hasil pengamatan, spesies ini ditemukan pada permukaan batang pinus.

e. Family Chrysothricaceae

Anggota family Chrysothricaceae yang ditemukan dalam penelitian ini adalah spesies *Chrysothrix xanthina* (Gambar 4.14).



a



b



c

Gambar (4.14) *Chrysothrix xanthina*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembandingan (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Arthoniomycetes
Ordo	: Arthoniales
Famili	: Chrysotrichaceae
Genus	: <i>Chrysothrix</i>
Spesies	: <i>Chrysothrix xanthine</i> (Vain.)
Kalb (GBIF, 2001)	

Spesies *Chrysothrix xanthina* merupakan spesies lumut kerak dengan talus bertipe cructose dengan bentuk seperti bubuk atau tepung. Spesies ini memiliki talus berwarna hijau cerah, kekuningan dan tumbuh secara menyebar, tidak beraturan, namun masih dalam satu koloni spesies (Liu, *et.al.*, 2018). *Chrysothrix xanthina* memiliki soredia yang berbentuk butiran dengan apothecia yang tidak terlihat. Spesies ini dapat ditemukan hidup pada permukaan batang berkayu dan bebatuan non kapur (Fithri, 2017). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *Chrysothrix xanthina* ditemukan hidup pada bebatuan.

f. Family Graphidaceae

Lumut kerak anggota family Graphidaceae yang ditemukan di wilayah penelitian terdiri dari 8 spesies, yaitu *Diorygma poitaei* (Gambar 4.15), *Graphis elegans* (Gambar 4.16), *Graphis scripta* (Gambar 4.17), *Graphis* sp.1 (Gambar 4.18), *Graphis* sp.2 (Gambar 4.19), *Graphis* sp.3 (Gambar 4.20), *Graphis* sp.4 (Gambar 4.21), *Graphis* sp.5 (Gambar 4.22).

1) Lumut kerak *Diorygma poeitei*

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Ostropales
Famili	: Graphidaceae
Genus	: <i>Diorygma</i>
Spesies	: <i>Diorygma poitaei</i> (Fee) Kalb, Staiger & Elix (GBIF, 2004)



a



b



c

Gambar (Gambar 4.15) *Diorygma poitaei*
 Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
 c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Diorygma poitaei merupakan spesies lumut kerak yang memiliki talus tipe cructose, melekat erat pada substrat. Talusnya berwarna abu-abu, hijau pucat atau sedikit kebiruan. Spesies ini juga dicirikan dengan adanya lirellae yang berwarna putih dan tersebar pada bagian talusnya (Fithri, 2017). Spesies ini dapat ditemukan hidup pada substrat batang pohon. Hasil pengamatan dari spesies ini ditemukan hidup pada substrat batang pohon dalam ukuran yang besar berkisar antara 20 – 25 cm.

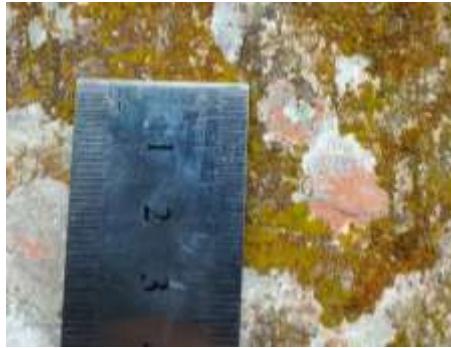
2) Lumut kerak *Graphis elegans*

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Ostropales
Famili	: Graphidaceae
Genus	: <i>Graphis</i>
Spesies	: <i>Graphis elegans</i> (Borrer ex Sm.) (GBIF, 1814)



a



b



c

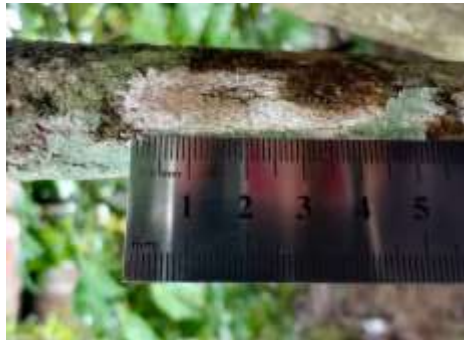
Gambar (Gambar 4.16) *Graphis elegans*
 Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
 c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Spesies *Graphis elegans* memiliki tipe talus cructose dengan tekstur halus, tipis dan tidak rata. Karakteristik talusnya membuat spesies ini terlihat seperti retak-retak dengan warna putih pucat atau abu-abu gelap dengan sedikit warna jingga. Spesies ini memiliki apothecia (*Lirellae*) berwarna hitam yang bercabang maupun tidak bercabang. *Lirellae* ini memiliki berbagai ukuran baik itu pendek maupun memanjang dengan bentuk yang melengkung maupun lurus. *Graphis elegans* berada pada permukaan batang pohon dengan tekstur halus maupun sedikit kasar. Selain itu, secara umum spesies ini hidup pada tempat yang teduh dan jarang ditemukan pada struktur bebatuan (Joshi, *et.al.*, 2014). Berdasarkan hasil pengamatan, *Graphis elegans* ditemukan pada permukaan batang pohon mahoni. Belum terdapat data terkait distribusi spesies ini di Indonesia, sehingga pola distribusi *Graphis elegans* di Indonesia belum dapat diketahui.

3) Lumut kerak *Graphis scripta*



a



b



c

Gambar (Gambar 4.17) *Graphis scripta*

Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Ostropales
Famili	: Graphidaceae
Genus	: <i>Graphis</i>
Spesies	: <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach. (GBIF, 1809)

Karakteristik dari spesies *Graphis scripta* dapat dilihat dari tipe talus dan *apothecia* yang unik. Spesies ini memiliki tipe talus cructose yang melekat erat pada substratnya dengan warna putih keabu-abuan. Ukuran dari spesies ini sangat beragam. Namun, dalam berdasarkan pengamatan yang dilakukan, spesies ini ditemukan dalam ukuran yang berkisar antara 3 – 10 cm. Struktur *apothecia* pada spesies *Graphis scripta* mengalami modifikasi menjadi bentuk yang memanjang, melengkung, bercabang atau tidak bercabang dan berwarna hitam yang tersebar pada talusnya. Modifikasi struktur *apothecia* ini disebut dengan *Lirellae* yang menjadi ciri khas dari *Graphis scripta* (Waruwu, dkk., 2022).

Spesies ini dapat ditemukan melekat pada permukaan batang pohon.

4) Lumut kerak *Graphis* sp.1

Klasifikasi:

Filum : Ascomycota

Kelas : Lecanoromycetes

Ordo : Ostropales

Famili : Graphidaceae

Genus : *Graphis*

Spesies : *Graphis* sp.1 (L.) Ach. (GBIF, 1809)

Spesies *Graphis* sp.1 sama halnya dengan family Graphidaceae yang lain, spesies ini memiliki tipe talus crucose yang melekat erat pada substratnya. Warna dari talusnya seperti transparan atau abu-abu gelap yang hampir menyatu dengan substrat inangnya. Spesies ini memiliki lirellae yang bercabang dan tidak bercabang. Berdasarkan hasil pengamatan, spesies ini ditemukan dalam ukuran yang cukup kecil antara 1- 1,5 cm. *Graphis* sp.1 dapat ditemukan pada substrat dari permukaan batang pohon.



a



b



c

Gambar (Gambar 4.18) *Graphis* sp.1
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembandingan (lichenportal.org)

5) Lumut kerak *Graphis* sp.2



a



b



c

Gambar (Gambar 4.19) *Graphis* sp.2
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Ostropales
Famili	: Graphidaceae
Genus	: <i>Graphis</i>
Spesies	: <i>Graphis</i> sp.2 (L.) Ach. (GBIF, 1809)

Graphis sp.2 memiliki tipe talus cructose berwarna hijau pucat. Spesies ini dilengkapi dengan lirellae berwarna hitam yang bercabang dan tidak bercabang. Spesies ini ditemukan dalam ukuran kecil yang berkisar antara 1,5 – 2 cm. *Graphis* sp.2 dapat ditemukan pada substrat batang pohon.

6) Lumut kerak *Graphis* sp.3



a



b



c

Gambar 4.20 *Graphis* sp.3
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembandingan (lichenportal.org)

Klasifikasi:

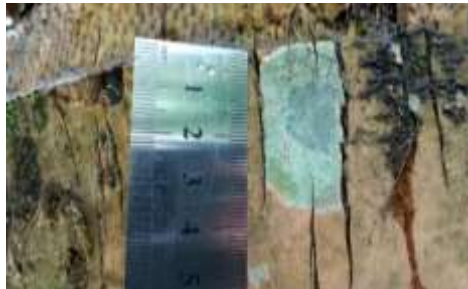
Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Ostropales
Famili	: Graphidaceae
Genus	: <i>Graphis</i>
Spesies	: <i>Graphis</i> sp.3 (L.) Ach. (GBIF, 1809)

Graphis sp.3 memiliki tipe talus cructose berwarna hijau terang atau hijau keputihan. Spesies ini memiliki lirellae berwarna hijau dengan sedikit bercak putih dan terlihat sama sendang warna talusnya. Selain itu, *Graphis* sp.3 juga dapat ditemukan pada substrat batang pohon. Berdasarkan hasil pengamatan, spesies ini ditemukan dalam ukuran yang cukup besar berkisar antara 9 – 10 cm.

7) Lumut kerak *Graphis* sp.4



a



b



c

Gambar (Gambar 4.21) *Graphis* sp.4
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Ostropales
Famili	: Graphidaceae
Genus	: <i>Graphis</i>
Spesies	: <i>Graphis</i> sp.4 (L.) Ach. (GBIF, 1809)

Graphis sp.4 memiliki talus bertipe cructose seperti anggota genus *Graphis* lainnya. Berbeda dengan spesies lainnya, talus pada spesies ini berbentuk lingkaran. Talusnya berwarna hijau dan putih pada bagian tepi talusnya. Spesies ini juga dilengkapi dengan lirellae yang bercabang dan tidak bercabang. Lirellae pada spesies ini hanya terdistribusi pada bagian tengah talus saja. Selain itu, lirellae dari *Graphis* sp.4 berwarna hijau tua atau hijau kebiruan. Spesies ini dapat ditemukan pada substrat dari permukaan batang pohon.

8) Lumut kerak *Graphis* sp.5



a



b



c

Gambar (Gambar 4.22) *Graphis* sp.5
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum : Ascomycota
Kelas : Lecanoromycetes
Ordo : Ostropales
Famili : Graphidaceae
Genus : *Graphis*
Spesies : *Graphis* sp.5 (L.) Ach. (GBIF, 1809)

Graphis sp.5 anggota genus *Graphis* dengan karakteristik talus tipe cructose yang melekat kuat pada substrat inang. Spesies ini memiliki talus berwarna putih yang dilengkapi dengan lirellae berwarna hitam. Perbedaan spesies ini dengan spesies *Graphis* sp. lainnya terletak pada bentuk lirellaenya. Lirellae pada spesies ini tidak bercabang dan terdistribusi secara lebih longgar. Spesies ini dapat ditemukan pada permukaan batang pohon. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesies ini ditemukan dalam ukuran yang cukup kecil antara 2,5 – 3 cm.

g. Family Megasporaceae

Anggota family Megasporaceae yang ditemukan pada penelitian ini adalah spesies *Aspricilia calcarea* (Gambar 4.23).



a



b



c

Gambar *Aspricilia calcarea*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum : Ascomycota
Ordo : Pertusariales
Famili : Megasporaceae
Genus : *Circinaria*
Spesies : *Aspricilia calcarea* (L.) Mudd
(GBIF, 2025)

Spesies *Aspricilia calcarea* memiliki talus tipe cructose yang melekat dengan kuat pada substratnya. Warna talus pada spesies ini adalah putih atau putih buram. Pada bagian talusnya juga dilengkapi dengan apothecia berbentuk bulat dan berwarna lebih gelap. Habitat *Aspricilia calcarea* secara umum ditemukan pada permukaan bebatuan, namun juga dapat ditemukan pada substrat tanah (Roux, 2016). Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, *Aspricilia calcarea* ditemukan pada permukaan batu dengan ukuran 10 – 11 cm.

h. Family Parmeliaceae

Spesies lumut kerak *Candelaria concolor* (Gambar 4.24) menjadi satu-satunya spesies anggota family Parmeliaceae yang ditemukan diwilayah penelitian.



a



b



c

Gambar (Gambar 4.24) *Candelaria concolor*
 Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
 c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Lecanorales
Famili	: Parmeliaceae
Genus	: <i>Flavoparmelia</i>
Spesies	: <i>Candelaria concolor</i> (Dickson)
Stein (GBIF, 2025)	

Spesies *Candelaria concolor* merupakan spesies lumut kerak dengan tipe talus foliose dengan ukuran tubuhnya yang kecil. Spesies ini ditemukan dalam ukuran antara 5 cm dan secara umum hidup secara berkelompok membentuk koloni yang lebih luas (Gollo, *et.al.*, 2024). Habitat *Candelaria concolor* berada pada substrat permukaan batang pohon. Spesies ini dapat ditemukan secara melimpah di alam. Spesies ini memiliki lobus yang berumbai dan berwarna hijau kekuningan dengan soredia berbentuk granular seperti butiran tepung yang berada di tengah talusnya (Morgan, 2001).

i. Family Phlyctidaceae

Spesies lumut kerak anggota dari Family Phlyctidaceae yang ditemukan adalah spesies lumut kerak *Phlyctis agalaea* (Gambar 4.25).



a



b



c

Gambar 4.25 *Phlyctis agalaea*
 Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
 c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Ostropales
Famili	: Phlyctidaceae
Genus	: Phlyctis
Spesies	: <i>Phlyctis agalaea</i> (Ach.) Flot. (GBIF, 1850)

Spesies lumut kerak *Phlyctis agalaea* memiliki karakteristik talus dengan permukaan yang tidak rata, berwarna putih, sedikit tebal dan memiliki tekstur yang mirip dengan gumpalan tepung. Talus spesies *Phlyctis agalaea* memiliki tipe cructose yang melekat erat pada substrat inangnya. *Phlyctis agalaea* secara umum dapat ditemukan permukaan batang pohon. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, spesies *Phlyctis agalaea* ditemukan pada permukaan dari batang pohon trembesi. Selain itu, *Phlyctis agalaea* ditemukan dalam ukuran yang cukup besar, yang berkisar antara 10 – 15 cm. Struktur tubuh dari *Phlytis agalaea* tidak memiliki bagian korteks baik korteks atas maupun korteks bawah. Kemudian struktur soredia lumut kerak ini tersebar di

seluruh bagian tubuhnya dengan *apothecia* yang berukuran cukup besar (Waruwu, dkk., 2022).

j. Family Schaereriaceae

Spesies lumut kerak dari family Schaereriaceae yang ditemukan adalah spesies *Ropalospora viridis* (Gambar 2.26).

Ropalospora viridis

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Schaereriales
Famili	: Schaereriaceae
Genus	: <i>Ropalospora</i>
Spesies	: <i>Ropalospora viridis</i>

(Tonsberg) (GBIF, 1992)

Spesies *Ropalospora viridis* memiliki tipe talus cructose berwarna hijau tua, kecoklatan atau warna gelap ke terang. Habitat dari *Ropalospora viridis* berada pada permukaan batang pohon dengan karakteristik kayu keras. Namun, spesies ini juga dapat ditemukan pada batang konifer, batuan non kapur atau pada wilayah dengan tingkat kelembaban yang tinggi (Lendemer, 2011).

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, spesies ini ditemukan dalam ukuran 3 – 4 cm.



a



b

Gambar 2.26 *Ropalospora viridis*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

k. Family Stereocaulaceae

Terdapat 2 spesies lumut kerak anggota family Stereocaulaceae, yaitu spesies *Lepraria incana* (Gambar 2.27), dan *Lepraria lobificans* (Gambar 2.28).

1) Lumut kerak *Lepraria incana*

Klasifikasi:

Filum : Ascomycota

Kelas : Ascolichens

Ordo : Lecanorales

Famili : Stereocaulaceae

Genus : *Lepraria*

Spesies : *Lepraria incana* (L.) Ach.

(GBIF, 1803)

Lepraria incana memiliki struktur tubuh dengan talus yang berbentuk seperti butiran tepung berwarna hijau terang dan beberapa berwarna hijau keabu-abuan. Struktur tubuhnya yang terlihat seperti tepung menjadikan *Lepraria incana* dijuluki sebagai lichen tepung atau *leprose* (Waruwu, kk., 2022). Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, *Lepraria incana* yang ditemukan berukuran 12 cm dan ditemukan pada substrat berupa

permukaan batang pohon dupa. Selain itu, *Lepraria incana* memiliki tipe talus cructose dengan soredia yang tersebar pada talusnya. Namun, pada *Lepraria incana* ini struktur *apothecia* tidak dapat teridentifikasi.



a



b



c

Gambar 2.27 *Lepraria incana*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

2) Lumut kerak *Lepraria lobificans*



a



b



c

Gambar 2.28 *Lepraria lobificans*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Lecanorales
Family	: Stereocaulaceae
Genus	: <i>Lepraria</i>
Spesies	: <i>Lepraria lobificans</i> Nyl. (GBIF, 1873)

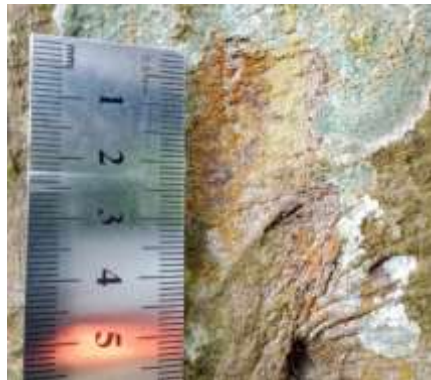
Spesies *Lepraria lobificans* memiliki struktur talus yang bergranular dan terlihat seperti butiran tepung dengan tipe talus cructose. Talusnya berwarna hijau pucat atau biru kehijauan dengan soredia yang berbentuk granular (Morgan, 2001). Struktur apothecia dari spesies ini belum diketahui (Waruwu, 2022). *Lepraria lobificans* ini dapat ditemukan pada berbagai substrat baik itu pada permukaan batang pohon, maupun pada bebatuan non kapur. Berdasarkan hasil pengamatan, spesies ini ditemukan hidup pada permukaan batu.

1. Family Teloschistaceae

Lumut kerak spesies *Caloplaca holocarpa* (Gambar 2.29) merupakan satu-satunya spesies lumut kerak dari family Teloschistaceae yang ditemukan.



a



b



c

Gambar 4.29 *Caloplaca holocarpa*
Keterangan: a), b) dokumentasi pribadi, 2025;
c) gambar pembanding (lichenportal.org)

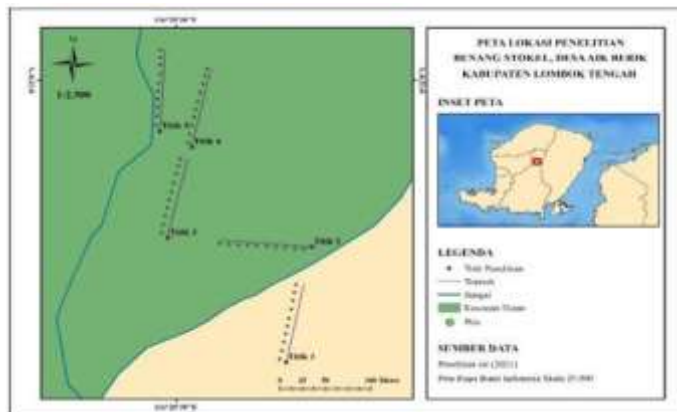
Klasifikasi:

Filum	: Ascomycota
Kelas	: Lecanoromycetes
Ordo	: Teloschistals
Famili	: Teloschistaceae
Genus	: <i>Athallia</i>
Spesies	: <i>Caloplaca holocarpa</i> (Hoffm. Ex Ach.) M. Wade (GBIF, 2025)

Spesies *Caloplaca holocarpa* bercirikan struktur tubuhnya yang hampir tidak memiliki talus. Namun, struktur apothecia terlihat jelas dan berwarna kuning atau jingga dengan struktur yang padat (Morgan, 2001). Spesies ini ditemukan dalam ukuran yang bervariasi. Spesies ini dapat hidup baik pada batang pohon maupun bebatuan non kapur. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, spesies ini ditemukan hidup pada substrat berupa batang pohon.

Penemuan berbagai spesies dalam penelitian ini juga didukung oleh beberapa penelitian lain terkait persebaran lumut kerak di Indonesia. Hal ini didasarkan pada kesamaan penemuan spesies lumut kerak di berbagai wilayah di Indonesia. Penelitian dari Suniyanti, *et.al.*, (2022) yang dilakukan di Kawasan

Wisata Air Terjun Benang Stokel Lombok Tengah (gambar 4.30) ditemukan spesies lumut kerak antara lain: spesies *Cryptothecia stirton* dari Family Arthoniaceae; spesies *Lepraria incana*, *Lepraria lobificans*, dan *Lepraria sp.* yang berasal dari Family Stereocaulaceae; spesies *Graphis scripta* dan *Graphis sp.* anggota Family Graphidaceae; spesies *Chiodecton sp.* anggota Famili Rossellaceae; serta spesies *Opegrapha atra* anggota Family Opegraphaceae.



Gambar 4.30 Peta lokasi penelitian di Kawasan Benang Stokel, Desa Aik Berik, Kabupaten Lombok Tengah

Penelitian lain dari Ulfa, dkk., (2023) dilakukan di Kecamatan Medan Area, Kecamatan Medan Percut Sei Tuan dan Kecamatan Medan Sunggal (gambar 4.31). Spesies yang ditemukan dalam penelitian ini antara lain: spesies *Arthonia atra* dari family Arthoniaceae;

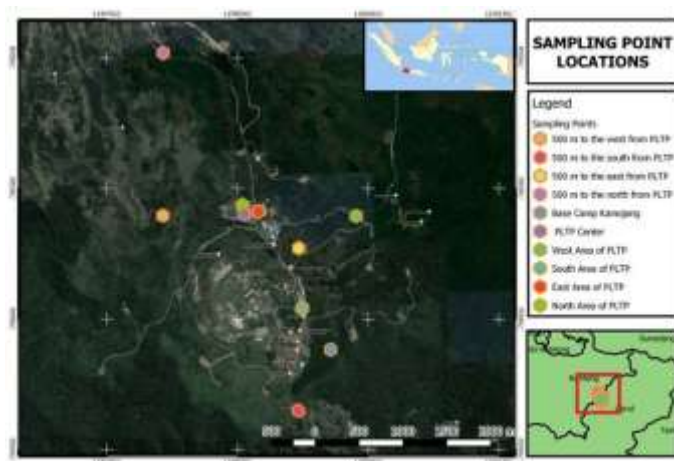
Graphis scripta dan *Graphis sp.* yang berasal dari family Graphidaceae; spesies *Lepraria sp.* dari family Stereocaulaceae; spesies *Dririnaria applanata* dan speises *Dririnaria picta* anggota family Caliciaceae; spesies *Flavoparmelia caperata*, *Flavopunctelia sp.*, dan *Canoparmelia aptata* dari family Parmeliaceae; spesies *Lepraria lobificans* anggota family Stereocaulaceae; serta spesies *Hydropunctoria maura* anggota dari family Verrucariaceae.



Gambar 4.31 Peta wilayah penelitian (i) di Kecamatan Medan Percut Sei Tuan, (ii) Kecamatan Medan Sunggal, dan (iii) Kecamatan Medan Area

Penelitian oleh (Kusmoro, *et.al.*, 2018) dilakukan di Area Geothermal Kamojang, Bandung, Jawa Barat (gambar 4.32). Pada penelitian ini ditemukan sebanyak 133 spesies yang terbagi kedalam 62 genus dan 17 spesies. Selain itu, sebanyak 23 genus dari total 133 spesies yang ditemukan telah teridentifikasi lichen obat (*medicine lichen*). Pernyataan ini didasarkan atas studi literatur yang menyatakan bahwa 23 genus lumut

kerak yang ditemukan memiliki potensi yang besar dalam bidang medis. Genus lumut kerak tersebut antara lain: *Acarospora*, *Bulbothrix*, *Cladonia*, *Collema*, *Coccocarpia*, *Flavoparmelia*, *Graphis*, *Heterodermia*, *Hypogymnia*, *Leptogium*, *Lobaria*, *Lecanora*, *Lasallia*, *Nephroma*, *Parmotrema*, *Pseudocyphellaria*, *Peltigera*, *Parmelia*, *Pertusaria*, *Physcia*, *Ramalina*, *Sticta*, dan *Usnea*.



Gambar 4.32 Peta wilayah penelitian di Area Geothermal Kamojang, Bandung, Jawa Barat

Penelitian oleh (Khastini, *et.al.*, 2019) dilakukan di wilayah Rawa Danau Nature Reserve, Banten, Indonesia (gambar 4.33). Penelitian ini menunjukkan adanya temuan lumut kerak sebanyak 25 spesies yang terbagi dalam 20 genus dan 14 family. Ditemukan 5

spesies dari family Arthoniaceae, 4 spesies dari family Parmeliaceae, masing-masing 2 spesies dari family Caliciaceae, family Physciaceae, family Porinaceae, dan family Ramalinaceae, serta masing-masing 1 spesies anggota dari family Chrysothricaceae, family Graphidaceae, family Monoblastiaceae, family Pertusariaceae, family Roccellaceae, family Tereocaulaceae, family Teloschistaceae, dan family Verrucariaceae.



Gambar 4.33 Peta Wilayah Penelitian di Rawa Danau Nature Reserve, Banten

4. Kondisi Lingkungan di Hutan Wisata Umbul Jumprit

Kondisi lingkungan mencakup berbagai hal, seperti suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan lain sebagainya. Berikut ini disajikan data pengukuran kondisi lingkungan yang meliputi suhu udara,

kelembaban udara dan intensitas cahaya di Hutan Wisata Umbul Jumprit:

Tabel 4.6 Kondisi Lingkungan pada Tiap Plot Pengamatan

No.	Plot	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Intensitas Cahaya (Cd)
1	Plot 1	26°C	96.5%	904 Cd
2	Plot 2	24°C	106%	687 Cd
3	Plot 3	23.5°C	105%	502 Cd

Pertumbuhan dan perkembangan lumut kerak pada suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan lumut kerak salah satunya berupa karakteristik suatu spesies dari lumut kerak. Lumut kerak dapat bersifat asam, basa maupun netral yang juga sangat berhubungan dengan substrat inang. Sedangkan faktor eksternal dapat berasal dari berbagai kondisi lingkungan, seperti suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, kualitas udara,

ketersediaan air, pengaruh musim, hingga faktor pH substrat.

Berdasarkan tabel 4.6 ditunjukkan hasil pengukuran terhadap suhu udara, kelembaban udara dan intensitas cahaya di Hutan Wisata Umbul Jumprit. Lumut kerak memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap perubahan suhu yang ekstrem. Pada suhu udara yang ekstrem, lumut kerak akan segera menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan untuk kemudian dapat beradaptasi kembali pada kondisi normal. Pengukuran yang dilakukan di lokasi penelitian diperoleh suhu udara pada ketiga plot berkisar antara 23,5°C – 26°C. Suhu udara pada plot 1 berada pada 26°C, pada plot 2 suhu udara mencapai 24°C, dan pada plot 3 suhu udara mencapai 23,5°C.

Pengukuran terhadap tingkat kelembaban udara pada ketiga plot juga menunjukkan perbedaan nilai kelembaban udara (Tabel 4.6). Plot 1 menunjukkan nilai kelembaban udara pada 96%, plot 2 berada pada 106% dan plot 3 berada pada 105%. Hasil pengukuran terkait intensitas cahaya pada tiap plot, diperoleh pada plot 1 intensitas cahaya mencapai 904 Cd, plot 2 berada pada 687 Cd, dan plot 3 berada pada 502 Cd.

5. Booklet Berbasis Hasil Penelitian

a. Validasi Booklet

Validasi booklet Keanekaragaman Lumut Kerak dilakukan oleh validator ahli media dan validator ahli materi.

1) Validator Ahli Media

Validasi media dilakukan untuk mengetahui kelayakan tampilan booklet sebelum digunakan dalam proses pembelajaran. Validasi booklet dilakukan oleh Ibu Nisa Rasyida, M.Pd. selaku dosen ahli media. Berikut ini disajikan hasil penilaian validasi media dalam tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Penilaian Ahli Media

No.	Aspek	Persentase	Kategori
1	Ukuran	88%	Sangat Layak
2	Tampilan/ Desain sampul	81%	Sangat Layak
3	Isi	89%	Sangat Layak
	Rata-rata persentase	86%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.7 terkait hasil penilaian ahli media terhadap booklet yang dihasilkan, diperoleh persentase rata-rata sebesar 86%. Hasil ini

menunjukkan bahwa booklet yang dihasilkan sangat layak digunakan. Hasil penilaian ahli media terhadap booklet keanekaragaman lumut kerak dapat dilihat pada lampiran 13.

2) Validator Ahli Materi

Validasi materi bertujuan untuk mengetahui keakuratan materi dan kelayakan materi yang termuat di dalam booklet keanekaragaman lumut kerak. Validasi materi dilakukan oleh Ibu Hafidha Asni Akmalia, M.Sc. selaku dosen ahli materi. Hasil penilain ahli materi dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Hasil Penilaian Ahli Materi

No.	Aspek	Persentase	Kategori
1	Isi	82%	Sangat Layak
2	Penyajian	89%	Sangat Layak
3	Bahasa	94%	Sangat Layak
Rata-rata persentase		89%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.8, diperoleh hasil penilaian ahli materi dengan persentase sebesar 89%. Hasil ini menunjukkan bahwa materi yang termuat dalam booklet sangat layak digunakan. Hasil

penilaian ahli materi selengkapnya dapat diakses pada lampiran 14.

3) Uji Coba Pengembangan

Booklet keanekaragaman lumut kerak yang telah dikembangkan dan sudah melalui tahapan validasi ahli materi dan ahli media, kemudian diujikan kepada siswa Asrama MAN Temanggung. Sampel yang digunakan dalam penilaian media oleh peserta didik berjumlah 15 siswa. Uji coba pengembangan dilakukan dengan menyebarkan angket penilaian berupa google form yang disebarkan aplikasi WhatsApp. Hasil penilaian peserta didik terhadap Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Hasil uji coba pengembangan melalui penilaian peserta didik

No.	Aspek	Persentase	Kategori
1	Penyajian	85%	Sangat Layak
2	Kegrafisan	77%	Layak
3	Kegunaan	82%	Sangat Layak
Rata-rata persentase		81%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil penilaian peserta didik pada tabel 4.9, diperoleh rata-rata persentase kelayakan booklet keanekaragaman lumut kerak sebesar 81% dengan kategori sangat layak. Penilaian ini terbagi atas aspek penyajian dengan persentase 85% pada kategori sangat layak, aspek kegrafisan dengan persentase 77% pada kategori layak, dan aspek kegunaan dengan persentase 81% pada kategori sangat layak. Hasil uji coba pengembangan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 17.

b. Desain Produk

Pemanfaatan hasil penelitian terkait keanekaragaman lumut kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit dibuat dalam bentuk booklet. Booklet ini berisi pengenalan lumut kerak secara umum, keanekaragaman lumut kerak dari berbagai spesies yang ditemukan, dan peran lumut kerak secara umum. Berikut rincian isi booklet keanekaragaman lumut kerak:

1) Cover

Cover booklet terdiri atas judul booklet, nama penulis, logo dan nama institusi, serta tampilan gambar yang merepresentasikan isi booklet.

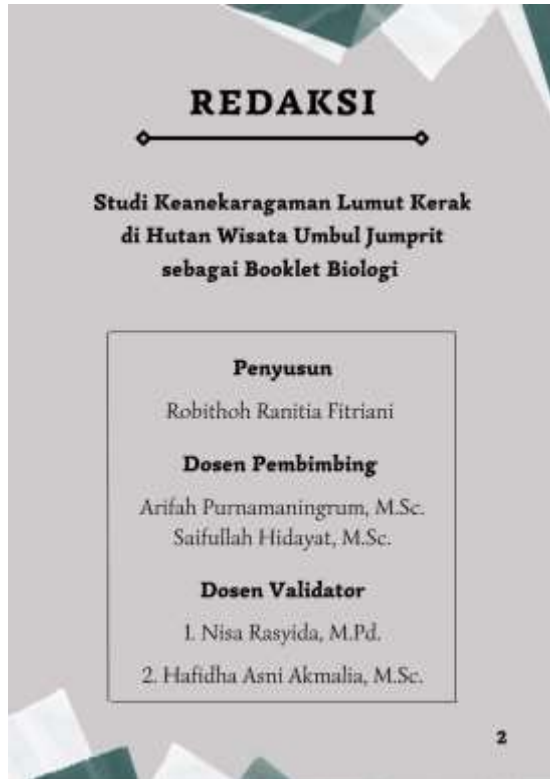
Tampilan cover booklet dapat dilihat pada gambar 4.34 berikut ini:



Gambar 4.34 Halaman cover booklet

2) Redaksi Booklet

Redaksi booklet berisi judul booklet, nama penyusun booklet, dosen pembimbing, dan nama dosen validator ahli. Halaman redaksi booklet dapat dilihat pada gambar 4.35 berikut ini:



Gambar 4.35 Halaman Redaksi Booklet

3) Kata Pengantar

Halaman kata pengantar booklet berisi ucapan rasa syukur, ucapan terimakasih terhadap pihak-pihak yang terlibat dalam penyusunan booklet, gambaran isi booklet, harapan terhadap kebermanfaatan booklet, dan permohonan saran dari pembaca. Halaman kata pengantar dapat dilihat pada gambar 4.36 berikut ini:



Gambar 4.36 Halaman kata pengantar booklet

4) Petunjuk Penggunaan

Halaman petunjuk penggunaan berisi panduan penggunaan isi booklet untuk memudahkan pembaca dalam mengakses isi dalam booklet. Halaman petunjuk penggunaan booklet dapat dilihat pada gambar 4.37 berikut ini:



Gambar 4.37 Halaman Petunjuk Penggunaan

5) Daftar Isi

Halaman daftar isi terdiri atas materi pokok yang ditampilkan dalam booklet beserta nomor halamannya. Tampilan halaman daftar isi dalam booklet dapat dilihat pada gambar 4.38 berikut ini:

DAFTAR ISI	
Halaman Judul.....	1
Halaman Redaksi	2
Kata Pengantar.....	3
Daftar Isi.....	4
Petunjuk Penggunaan.....	5
Deskripsi Lumut Kerak.....	7
Deskripsi Umbul Jumprit	13
Metode Studi Keanekaragaman	16
Macam-Macam Lumut Kerak.....	19
Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak.....	43
Glosarium.....	47
Daftar Pustaka.....	48
Profil Penulis.....	50

Gambar 4.38 Halaman daftar isi

6) Deskripsi Lumut Kerak

Halaman deskripsi lumut kerak berisi gambaran umum terkait organisme lumut kerak, struktur tubuh lumut kerak, tipe-tipe talus lumut kerak, dan manfaat lumut kerak secara umum. Tampilan awal halaman deskripsi lumut kerak dapat dilihat pada gambar 4.39 berikut ini:



Gambar 4.39 Halaman awal deskripsi lumut kerak

7) Deskripsi Umbul Jumprit

Halaman deskripsi Umbul Jumprit berisi tentang pengenalan wisata Umbul Jumprit secara umum mulai dari sejarah Umbul Jumprit, peta lokasi penelitian di Hutan Wisata Umbul Jumprit, dan nilai-nilai budaya yang erat dengan wisata Umbul Jumprit. Halaman deskripsi Umbul Jumprit dapat dilihat pada gambar 4.40 berikut ini:



Gambar 4.40 Halaman awal Deskripsi Umbul Jumprit

8) Metode Studi Keanekaragaman

Halaman metode studi keanekaragaman berisi tentang alat-alat yang dibutuhkan selama penelitian berlangsung, prosedur penelitian, pemilihan plot pengamatan, metode analisis data, serta metode analisis indeks keanekaragaman

lumut kerak. Tampilan awal halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.41 berikut ini:



Gambar 4.41 Tampilan awal halaman metode studi keanekaragaman

9) Macam-Macam Lumut Kerak

Halaman macam-macam lumut kerak berisi berbagai spesies lumut kerak yang ditemukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit yang terdiri atas klasifikasi lumut kerak, deskripsi singkat lumut

kerak yang berdasarkan morfologinya, serta gambar spesies lumut kerak (dokumentasi pribadi dan gambar pembanding). Tampilan awal halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.42 berikut ini:



Gambar 4.42 Tampilan awal halaman macam-macam lumut kerak

10) Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak

Halaman indeks keanekaragaman lumut kerak berisi tampilan hasil perhitungan indeks

keanekaragaman diseluruh wilayah Hutan Wisata Umbul Jumprit, dan indeks keanekaragaman tiap plot pengamatan. Gambar 4.43 berikut merupakan tampilan awal halaman indeks keanekaragaman lumut kerak.

Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak

Hutan Wisata Umbul Jumprit

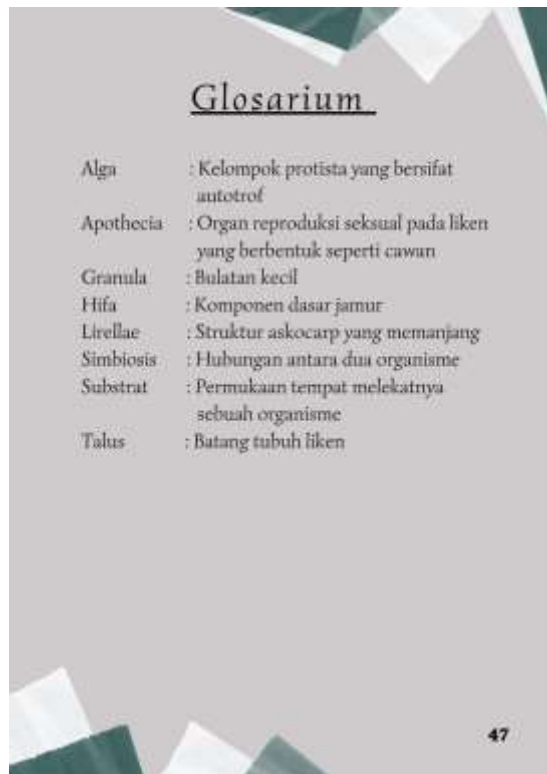
Spesies	Jumlah	H'	H'	H'
<i>Acidobolus ruber</i>	25	0.0154	-4.1191	-0.0422
<i>Complanetia amata</i>	16	0.0136	-1.4679	-0.1093
<i>Orthotricha patula</i>	18	0.0139	-1.5090	-0.0946
<i>Platydictyon</i>	14	0.0134	-1.3973	-0.1273
<i>Rhizoglyphus</i>	3	0.0033	-0.1103	-0.2823
<i>Calopogon hololeucopis</i>	11	0.0088	-0.4021	-0.1244
<i>Cladonia rangiferina</i>	21	0.0085	-0.5085	-0.1124
<i>Cladonia sp. 1</i>	18	0.0088	-1.1188	-0.1393
<i>Cladonia sp. 2</i>	12	0.0088	-0.1070	-0.1388
<i>Cladonia sp. 3</i>	5	0.0088	-0.1638	-0.0217
<i>Cladonia sp. 4</i>	3	0.0033	-0.1037	-0.0833
<i>Cladonia sp. 5</i>	18	0.0088	-0.1638	-0.0975
<i>Cladonia sp. 6</i>	16	0.0088	-0.3078	-0.1281
<i>Cladonia sp. 7</i>	110	0.0778	-0.8778	-0.1871
<i>Cladonia sp. 8</i>	18	0.0444	-0.1348	-0.1388
<i>Cladonia sp. 9</i>	11	0.0209	-0.8608	-0.0808
<i>Cladonia sp. 10</i>	14	0.0312	-0.3673	-0.1178
<i>Cladonia sp. 11</i>	18	0.0088	-0.4228	-0.1217
<i>Cladonia sp. 12</i>	17	0.0088	-0.3088	-0.0988
<i>Cladonia sp. 13</i>	18	0.0088	-0.4474	-0.0813
<i>Cladonia sp. 14</i>	18	0.0088	-0.8867	-0.0813
<i>Cladonia sp. 15</i>	18	0.0088	-0.1407	-0.1370
<i>Cladonia sp. 16</i>	110	0.0778	-0.8808	-0.1881
<i>Cladonia sp. 17</i>	4	0.0033	-0.9403	-0.0175
Total	1341			2.73

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai indeks keanekaragaman lumut kerak sebesar 2.73. Hasil ini menunjukkan bahwa di Hutan Wisata Umbul Jumprit memiliki indeks keanekaragaman lumut kerak pada kategori sedang.

Gambar 4.43 Tampilan awal halaman indeks keanekaragaman lumut kerak

11) Glosarium

Halaman glosarium berisi definisi dari istilah-istilah asing yang bertujuan untuk memudahkan pembaca dalam memahami isi materi dalam booklet. Gambar 4.44 berikut ini merupakan tampilan halaman glosarium.



Gambar 4.44 Halaman Glosarium

12) Daftar Pustaka

Halaman daftar pustaka memuat daftar buku dan artikel referensi yang digunakan dalam penyusunan isi booklet. Berikut ini tampilan halaman daftar pustaka pada gambar 4.45.



Gambar 4.45 Halaman Daftar Pustaka

13) Profil Penulis

Halaman profil penulis berisi tentang biografi penulis, riwayat pendidikan, dan informasi kontak

penulis. Halaman profil penulis dapat dilihat pada gambar 3.46 berikut ini.



Gambar 4.46 Halaman Profil Penulis

B. Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian dapat diketahui pada tabel 4.1 ditunjukkan bahwa indeks keanekaragaman lumut kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit berada pada kategori sedang dengan nilai 2.73. Perhitungan ini diambil dari penemuan lumut kerak pada tiga plot pengamatan.

Adapun indeks keanekaragaman lumut kerak pada tiap plot sebagaimana dapat dilihat pada tabel 4.2, menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 1 berada pada kategori sedang dengan nilai 2.27. Pada tabel 4.3 ditampilkan indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 2 dalam kategori sedang dengan nilai 2.48. Tabel 4.4 menunjukkan indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 3 berada pada kategori sedang dengan nilai 2.54.

Berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman lumut kerak pada ketiga plot pengamatan, diperoleh nilai indeks keanekaragaman yang berbeda-beda. Nilai indeks keanekaragaman lumut kerak pada plot 1 memiliki nilai terendah dari plot 2 maupun plot 3. Sedangkan nilai tertinggi indeks keanekaragaman lumut kerak adalah pada plot 3. Plot 2 memiliki nilai indeks keanekaragaman yang berada di antara plot 1 dan plot 3. Perbedaan hasil nilai indeks keanekaragaman pada tiap plot dapat dipengaruhi oleh 2 faktor. Faktor pertama adalah jumlah lumut kerak yang ditemukan pada tiap plot, dan faktor kedua adalah tingkat pemerataan spesies lumut kerak yang ditemukan pada tiap plot. Pemerataan suatu spesies dapat dilihat dari jumlah individu yang ditemukan dari suatu spesies. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari

Soegianto (1994) yang dikutip dari Suwardi & Navia, (2015) menjelaskan bahwa nilai indeks keanekaragaman dalam suatu komunitas dapat dipengaruhi oleh jumlah spesies yang ditemukan serta tingkat pemerataan dan nilai kelimpahan dari tiap-tiap spesies yang ditemukan pada suatu wilayah.

Jumlah spesies dan banyaknya individu yang ditemukan dari tiap spesies dapat dilihat pada tabel 4.5 yang menunjukkan bahwa spesies lumut kerak yang ditemukan di seluruh plot pengamatan berjumlah 24 spesies. Seluruh spesies lumut kerak yang ditemukan terbagi kedalam 12 family (gambar 4.1). Gambar 4.2 menunjukkan jenis lumut kerak yang ditemukan pada plot 1 berjumlah 13 spesies yang terbagi dalam 12 family dari total 24 spesies lumut kerak yang dapat teridentifikasi. Data temuan lumut kerak pada plot 2 seperti yang tertera pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada plot 2, jumlah lumut kerak yang ditemukan adalah 15 spesies yang terbagi ke dalam 11 family. Sedangkan data temuan lumut kerak pada plot 3 disajikan dalam gambar 4.4 menunjukkan jumlah lumut kerak yang ditemukan pada plot 3 adalah 18 spesies yang terbagi dalam 9 family. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa plot 3 memiliki data temuan spesies lumut kerak terbanyak.

Sedangkan plot 1 menjadi lokasi pengamatan dengan temuan spesies lumut kerak paling sedikit. Hal ini sejalan dengan perhitungan nilai indeks keanekaragaman lumut kerak pada ketiga plot pengamatan. Plot 3 memiliki nilai indeks keanekaragaman lumut kerak paling tinggi dengan temuan spesies lumut kerak terbanyak. Plot 1 memiliki nilai indeks keanekaragaman lumut kerak paling rendah dengan temuan spesies lumut kerak paling sedikit pula. Sedangkan plot 2 dengan besar nilai indeks keanekaragaman lumut kerak diantara plot 1 dan plot 3 memiliki jumlah temuan spesies lumut kerak yang lebih banyak dari plot 1 dan lebih sedikit dari plot 3. Spesies lumut kerak dengan jumlah temuan terbanyak adalah *Cryptothecia striata* yang juga dapat ditemukan pada setiap plot pengamatan. Menurut penelitian dari Nazira, *et.al.* (2020) menyatakan bahwa spesies *Cryptothecia striata* merupakan spesies lumut kerak yang memiliki tingkat adaptasi yang tinggi. Spesies *Cryptotheci striata* mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang tidak mendukung. Sehingga spesies ini dapat ditemukan secara melimpah di alam.

Pertumbuhan dan perkembangan lumut kerak pada suatu wilayah juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor abiotik yang

diukur pada penelitian ini mencakup temperatur udara, suhu udara dan intensitas cahaya. Ketiga faktor abiotik ini memiliki keterkaitan satu sama lain dalam mempengaruhi kondisi lingkungan pada suatu wilayah. Wilayah dengan intensitas cahaya yang rendah akan menurunkan derajat suhu udara, dan ketika suhu udara turun maka kelembaban udara suatu wilayah akan semakin meningkat. Distribusi intensitas cahaya pada suatu wilayah juga dipengaruhi oleh ketinggian suatu tempat (Istiawan & Kastono, 2019).

Berdasarkan tabel 4.6, menunjukkan kondisi lingkungan di tiap plot pengamatan dengan nilai berbeda pada tiap kategori pengamatan. Pengukuran suhu udara pada tiap plot menunjukkan bahwa plot 1 memiliki suhu udara tertinggi dengan 26°C, plot 2 dengan 24°C, dan plot 3 dengan 23.5°C sebagai plot pengamatan dengan suhu terendah. Suhu udara optimum bagi pertumbuhan dan perkembangan lumut kerak berada pada suhu dibawah 40°C. Suhu udara diatas 45°C dapat menyebabkan terjadinya kerusakan klorofil pada alga penyusun lumut kerak. Rusaknya struktur klorofil ini dapat menghambat aktivitas fotosintesis pada lumut kerak (Waruwu, 2022). Hal ini sejalan dengan hasil pengukuran suhu udara di

wilayah penelitian, bahwa lumut kerak dapat hidup dan berkembang pada suhu dibawah 45°C.

Berdasarkan tabel 4.6 terkait hasil pengukuran kelembaban udara, diperoleh tingkat kelembaban udara pada plot 1 sebesar 96%, plot 2 dengan 106%, dan plot 3 dengan 105%. Lumut kerak dapat bertahan hidup bahkan pada kondisi lingkungan yang sangat lembab dengan nilai kelembaban udara mencapai 85%. Namun, kelembaban udara lebih dari 85% dapat menghambat hingga 35 – 40% dari efektivitas fotosintesis (Waruwu, 2022). Hal ini bertolak belakang dengan hasil pengukuran kelembaban udara baik pada plot 1, plot 2, maupun plot 3. Nilai kelembaban udara pada seluruh plot pengamatan terbilang tinggi dan jika dikaitkan dengan karakteristik habitat lumut kerak, tentu akan sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan hidupnya. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman lumut kerak pada ketiga plot menunjukkan hasil yang sama dalam kategori sedang, hanya berbeda pada nilai yang diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa spesies lumut kerak yang ditemukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang ekstrem, salah satunya kondisi kelembaban udara yang sangat tinggi.

Berdasarkan pengukuran faktor abiotik di Hutan Wisata Umbul Jumprit, diketahui bahwa plot 1 dengan suhu udara 26°C, kelembaban udara 96.5%, dan intensitas cahaya 904% memiliki jumlah temuan spesies lumut kerak paling sedikit. Sedangkan plot 3 dengan suhu udara 23.5°C, kelembaban udara 105%, dan intensitas cahaya 502% memiliki jumlah temuan lumut kerak paling banyak. Plot 3 diketahui memiliki nilai faktor abiotik terendah dari plot 1 maupun plot 2. Namun, jumlah spesies lumut kerak yang ditemukan lebih banyak dari plot lainnya. Semakin rendah suhu udara, semakin tinggi tingkat kelembaban udara dan semakin rendah intensitas cahaya mampu mempengaruhi produktivitas lumut kerak. Hasil penelitian ini dapat terjadi oleh karena beberapa faktor, seperti seperti kesesuaian iklim, ketersediaan nutrisi dan lain sebagainya.

Perbedaan suhu udara, tingkat kelembaban udara dan intensitas cahaya pada tiap plot dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti perbedaan ketinggian suatu tempat dan faktor cuaca. Menurut penelitian dari (Istiawan & Kastono, 2019), ketinggian suatu tempat berpengaruh terhadap perbedaan iklim mikro seperti suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya dan sebagainya. Semakin tinggi suatu tempat, suhu udara akan semakin rendah, kelembaban udara akan semakin tinggi, dan

intensitas cahaya yang mencapai permukaan akan semakin kecil. Ketiga faktor abiotik ini memiliki keterkaitan satu sama lain. Intensitas cahaya dapat berpengaruh terhadap suhu udara pada suatu wilayah. Intensitas cahaya berperan sebagai sumber panas bersama dengan kecepatan angin yang berperan dalam penyebaran udara panas (Alam, 2014; Istiawan & Kastono, 2019). Sehingga dari ketiga faktor abiotik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suatu wilayah, maka intensitas cahaya yang mencapai permukaan tanah semakin kecil, penurunan intensitas cahaya dapat berpengaruh terhadap turunnya suhu udara dan naiknya tingkat kelembaban udara.

Validasi booklet keanekaragaman lumut kerak dilakukan melalui penilaian ahli media dan ahli materi. Berdasarkan tabel 4.7 terkait hasil validasi ahli media terhadap booklet keanekaragaman lumut kerak, diperoleh nilai persentase sebesar 86% dengan kategori sangat layak. Nilai ini diperoleh berdasarkan penilaian aspek ukuran dengan persentase nilai 88%, aspek tampilan/desain sampul dengan persentase nilai 81%, dan aspek isi dengan persentase nilai 89%. Sedangkan hasil penilaian booklet keanekaragaman lumut kerak oleh ahli materi diperoleh persentase nilai sebesar 89% dengan kategori sangat layak. Nilai ini diperoleh berdasarkan penilaian dari

aspek isi dengan persentase nilai 82%, aspek penyajian dengan persentase nilai 89%, dan aspek bahasa dengan persentase nilai 94%.

Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian dari (Wahidah, *et.al.*, 2022), yang menyatakan bahwa pengembangan e-booklet lumut kerak di Taman Buah Lokal Kawasan Mangrove Rambai Center dinyatakan layak untuk digunakan sebagai materi penunjang mata kuliah Cryptogram. Hasil penilaian e-booklet lumut kerak oleh (Wahidah, *et.al.*, 2022) memperoleh nilai kesesuaian sebesar 4.47 dengan kategori sesuai, aspek kelayakan dengan nilai sebesar 4.47 kategori layak, dan nilai keterbacaan sebesar 89.6% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan penilaian validasi booklet keanekaragaman lumut kerak, dapat disimpulkan bahwa booklet keanekaragaman lumut kerak berbasis riset di Hutan Wisata Umbul Jumprit dikatakan layak digunakan sebagai media belajar Biologi.

Hasil penilaian Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak diperoleh nilai persentase sebesar 81% dengan kategori sangat layak (gambar 4.9). Nilai ini diperoleh berdasarkan akumulasi penilaian dari aspek penyajian sebesar 85% dengan kategori sangat layak, aspek kegrafisan sebesar 77% dengan kategori layak, dan aspek kegunaan sebesar 82% dengan kategori sangat layak. Berdasarkan penilaian

oleh peserta didik, aspek kegrafisan memiliki nilai persentase terendah dari aspek penyajian dan aspek kegunaan. Menurut pendapat peserta didik, gambar yang disajikan dalam Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak masih perlu diperjelas lagi. Peserta didik merasa cukup kesulitan dalam memahami gambar yang disajikan dalam booklet. Lumut kerak jika dilihat secara langsung terlihat memiliki bentuk dan warna yang mirip. Namun, jika diamati secara lebih lanjut akan diperoleh perbedaan baik dari tipe talus, warna talus, hingga keberadaan apothecianya.

C. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan berdasarkan prosedur yang sesuai. Namun, penelitian ini masih memiliki banyak keterbatasan yang dapat diperhatikan bagi kelangsungan penelitian berikutnya. Keterbatasan dalam penelitian ini adalah:

1. Keterbatasan dalam aksesibilitas terhadap buku rujukan cukup menghambat dalam proses karakterisasi lumut kerak.
2. Penelitian dilakukan pada musim penghujan, sehingga dengan kondisi tanah yang licin dan berlumpur cukup menghambat dalam proses karakterisasi lumut kerak di wilayah penelitian. Selain itu, penelitian perlu

dilakukan pada kondisi lingkungan yang kering, sehingga morfologi dari talus lumut kerak dapat teramati dengan lebih jelas.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terkait “Keanekaragaman Lumut Kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit sebagai Booklet Biologi” diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kawasan Hutan Wisata Umbul Jumprit memiliki indeks keanekaragaman lumut kerak dalam kategori sedang dengan nilai 2.73. Wilayah penelitian terbagi kedalam 3 plot dengan kategori indeks keanekaragaman sedang. Plot 1 dengan nilai indeks keanekaragaman lumut kerak sebesar 2.27, plot 2 dengan nilai 2.48, dan plot 3 dengan nilai 2.54. Lumut kerak yang ditemukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit terdiri atas 1532 individu dari 24 spesies yang terbagi ke dalam 12 famili. Spesies lumut kerak yang ditemukan di Hutan Wisata Umbul Jumprit antara lain: *Cryptothecia striata*, *Arthonia radiata*, *Baeomyces rufus*, *Bacidia viridifarinosa*, *Buellia erubescens*, *Calicium viridae*, *Dririnaria confuse*, *Dririnaria picta*, *Chrisothrix xanthine*, *Graphis scripta*, *Graphis sp.1*, *Graphis sp.2*, *Graphis sp.3*, *Graphis sp.4*, *Graphis sp.5*, *Graphis elegans*, *Diorygma poitaei*, *Aspicillia calcareous*, *Candelaria concolor*, *Phlyctis argena*, *Ropalospora viridis*, *Lepraria*

incana, *Lepraria lobificans*, dan *Caloplaca holocarpa*. Spesies *Cryptothecia striata* dari family Arthoniaceae menjadi spesies lumut kerak dengan jumlah individu terbanyak, yaitu sebanyak 336 individu. Sedangkan spesies lumut kerak dengan total temuan individu terendah adalah *Buellia erubescens* dari famili Caliciaceae dengan total 3 individu yang ditemukan.

2. Uji validitas booklet Keanekaragaman Lumut Kerak yang dilakukan melalui validasi ahli media diperoleh hasil penilaian sebesar 86% dengan kategori sangat layak. Penilaian booklet oleh validator ahli materi diperoleh hasil sebesar 89% dengan kategori sangat layak. Hasil uji coba pengembangan melalui penilaian oleh peserta didik diperoleh hasil sebesar 81% dengan kategori sangat layak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa booklet keanekaragaman lumut kerak layak untuk digunakan sebagai media belajar Biologi.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, berikut saran yang dikemukakan guna keberlangsungan dan kebermanfaatan penelitian ini:

1. Diharapkan adanya penelitian lanjutan terkait keanekaragaman lumut kerak di Hutan Wisata Umbul Jumprit serta pemanfaatannya.

2. Adanya penelitian molekuler dan uji kandungan lumut kerak dalam proses identifikasi lumut kerak.
3. Diharapkan booklet Keanekaragaman Lumut Kerak berbasis Riset di Hutan Wisata Umbul Jumprit dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran.
4. Booklet keanekaragaman lumut kerak perlu diujicobakan terkait efektifitas penggunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. PT. Remaja Rosda Karya.
- Aly, F. H., & Roziaty, E. (2022). Kandungan Klorofil Thalys Lumut Kerak di Jalan Protokol Kecamatan Tawangmangu. In *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)* (pp. 420-428).
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Fatimaturrohman, R. P., & Roziaty, E. (2020). Keanekaragaman Jenis Lichen Epifit di Kawasan Cemoro Magetan. In *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)* (pp. 159-164)..
- Fauziyah, Z. Z. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Booklet Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Siswa Kelas Xi Mia I Madrasah Aliyah Alauddin Pao-Pao Dan Man 1 Makassar.
- Fithri, S. (2017). Keanekaragaman Lichenes di Brayeun Kecamatan Leupung Aceh Besar sebagai Referensi Mata Kuliah Mikologi (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- Gollo, M., Villagra, E., & Gomez, J. (2024). Evaluación de la contaminación por microplásticos en el liquen *Candelaria concolor* (Dicks) Arnold, 1879: un estudio de caso sobre el Efecto de la Ruralidad. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 26(2), 147-154.
- Gustaning, G. (2014). Pengembangan Media Booklet Menggambar Macam-Macam Celana Pada Kompetensi Dasar Menggambar Celana Siswa SMKN 1 Jenar. *Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Hafizah, G., Mahrudin, M., & Irianti, R. (2022). Validitas Booklet Sebagai Bahan Ajar Konsep Animalia (Bekantan). *Indonesian Journal of Science Education and Applied Science*, 2(1), 13-23

- Hanifah, H., Afrikani, T., & Yani, I. (2020). Pengembangan Media Ajar E-Booklet Materi Plantae Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Siswa. *Journal Of Biology Education Research (JBER)*, 1(1), 10–16. <https://doi.org/10.55215/jber.v1i1.2631>
- Hasairin, A. (2018). *Eksplorasi Lichenes Pada Tegakan Pohon Di Area Taman Margasatwa (Medan Zoo) Simalingkar Medan Sumatera Utara*. 4(3).
- Hutasuhut, M. A., Febriani, H., & Devi, S. (2021). Identifikasi dan Karakteristik Habitat Jenis Lumut Kerak di Taman Wisata Alam Sicikeh-Cikeh Kabupaten Dairi Sumatera Utara. *Jurnal Biolokus*, 4(1), 43. <https://doi.org/10.30821/biolokus.v4i1.957>
- Istiawan, N. D., & Kastono, D. (2019). Pengaruh ketinggian tempat tumbuh terhadap hasil dan kualitas minyak cengkih (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry.) di Kecamatan Samigaluh, Kulon Progo. *Vegetalika*, 8(1), 27-41.
- Johansson, V., Bergman, K.-O., Lättman, H., & Milberg, P. (2009). Tree and Site Quality Preferences of Six Epiphytic Lichens Growing on Oaks in Southeastern Sweden. *Annales Botanici Fennici*, 46(6), 496–506. <https://doi.org/10.5735/085.046.0602>
- Joshi, S., Jayalal, U., Oh, S. O., Nguyen, T. T., Dzung, N. A., & Hur, J. S. (2014). A new species of *Graphis* and new lichen records from Vietnam, including a second worldwide report of *Sarcographina cyclospora*. *Mycobiology*, 42(1), 17-21.
- Karyadi, B., Ruyani, A., Susanta, A., & Dasir, S. (2016). Pembelajaran sains berbasis kearifan lokal pada sekolah menengah pertama di wilayah Bengkulu Selatan (Pemanfaatan ikan mungkus (*sicyopterus cynocephalus*) sebagai sumber belajar dalam pembelajaran sains di SMPN 20 Bengkulu Selatan). In *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)* (Vol. 3, pp. 231-238).

- Khastini, R. O., Sari, I. J., Herysca, Y., & Sulasanah, S. (2019). Lichen diversity as indicators for monitoring ecosystem health in Rawa Danau Nature Reserve, Banten, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(2), 489–496. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200227>
- Kurniasih, S., Munarti, M., Prasaja, D., & Lestari, A. A. (2020). Potensi Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara Di Kawasan Sentul Bogor. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 6(1), 17-24.
- Kusmoro, J., Noer, I. S., Jatnika, M. F., Permatasari, R. E., & Partasasmita, R. (2018). Lichen diversity in geothermal area of Kamojang, Bandung, West Java, Indonesia and its potential for medicines and dyes. *Biodiversitas Journal Of Biological Diversity*, 19(6), 2335-2343.
- Kusuma, G. W. A. (2022). Daya Tarik Wisata Jumprit di Kabupaten Temanggung Berdampak Terhadap Minat Kunjungan. *Nawasena: Jurnal Ilmiah Pariwisata*, 1(1), 35-48.
- Lendemer, J. C. (2011). A review of the morphologically similar species *Fuscidea pusilla* and *Ropalospora viridis* in eastern North America. *Opuscula Philolichenum*, 9, 11-20.
- Liu, D., Oh, S.-O., Park, J.-S., & Hur, J.-S. (2018). New Species and New Record of Genus *Chrysothrix* (Chrysotrichaceae, Arthoniales) from South Korea and Chile. *Mycobiology*, 46(3), 185–191. <https://doi.org/10.1080/12298093.2018.1509511>
- Madjeni, H. D., Bullu, N. I., & Hendrik, A. C. (2020). Keanekaragaman Lumut Kerak (Lichen) Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara Di Taman Wisata Alam Camplong Kabupaten Kupang. *Indigenous Biologi : Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, 2(2), 65–72. <https://doi.org/10.33323/indigenous.v2i2.37>
- Marianingsih, P., Evi, A., Niska, N. (2017). Keanekaragaman liken Pulau Tunda Banten sebagai konten

- pembelajaran keanekagaman hayati berbasis potensi lokal. *Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional Pendidikan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang Banten..*
- Morgan, S. M. (2001). *Lichens of the ponderosa pine forests of Nebraska.*
- Muhammad, F., Muhiddin P, M. P., & Adnan, A. (2019). Pembelajaran Arthropoda Menggunakan Booklet Sebagai Sumber Belajar Mandiri Siswa Kelas X SMA/MA. *Biology Teaching and Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.35580/btl.v1i1.7546>
- Nazira, A. M., Nurmaliah, C., Hasanuddin, H., Wardiah, W., & Djufri, D. (2020). Inventory of Epiphytic Lichenes in the Leu Ue (Mata Ie) Area of Aceh Besar District. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 5(4), 68-76.
- Nurzahra, V. Y., & Indrowati, M. (2024). Identifikasi Jenis Lumut Kerak (Lichenes) Di Kawasan Hutan Lindung Gunung Banyak Kabupaten Sragen. *In Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi" SainTek* (Vol. 1, No. 2, pp. 846-850).
- Oktavia, F., & Zulyusri. (2024). Indonesia Analysis of the Practicality of Booklet According to Educators and Students in Learning Process. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 13(2), 121-128.
- Rahmani, R. (2013). The effects of single loop and double loop learning with peer scaffolding in problem-based gaming on science process skills among fifth grade students (Doctoral dissertation, Universiti Sains Malaysia).
- Rasyidah, R. (2018). Kelimpahan Lumut Kerak (Lichens) sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Perkotaan Kota Medan. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 1(2), 88-92. <https://doi.org/10.30821/kfl:jibt.v1i2.1601>

- Rijal, S., Bachtiar, B., & Ardiansyah, T. (2019). Pengembangan agroforestry kopi dalam mendukung peran hutan di kawasan highland kabupaten jenepono. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 151-162. <https://doi.org/10.24259/jhm.v11i2.6030>
- Rimanda, F. W. (2024). Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Wonosalam dan Krian. *Environmental Pollution Journal*, 4(3), 1075-1084. <https://doi.org/10.58954/epj.v4i3.225>
- Rohim, R., Musthofa, M. H., Noerdin, I., & Supriatna, A. (2024). Morfologi Tipe Thalus Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Taman Bundaran Cibiru Desa Cipadung Kecamatan Cibiru Kota Bandung. Polygon: *Jurnal Ilmu Komputer dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(4), 96-104.
- Rosenterter, R., Bowker, M., & Belnap, J. (2007). *A Field Guide to Biological Soil Crusts of Western US Dryland-Common Lichen and Bryophytes*. US Denver, Colorado: Green Canyon Research Station.
- Roux, C. (2016). *Aspicilia serenensis* Cl. Roux et M. Bertrand sp. nov., espèce nouvelle de lichen (groupe d'A. calcarea, Megasporaceae). *Bulletin de la Société linnéenne de Provence*, 67, 165-182.
- Roziaty, E. (2016). Identifikasi Lumut Kerak (*Lichen*) di area Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *In Proceeding Biology Education Conference* (Vol. 13, No. 1, pp. 770-776).
- Roziaty, E., & Aini, L. (2023). Keragaman Lumut Kerak sebagai Bioindikator Kualitas Hutan di Kawasan Cemoro Sewu Magetan Jawa Timur. *BIOSCIENTIAE*, 20(2), 95-101.
- Roziaty, E., & Furi, A. R. (2017). Lichen: Comparative Study Between Campus Area and Forest Sekipan Karanganyar Central Java. *Proceeding ISETH (International Summit on Science, Technology, and Humanity)*, 21-26.

- Sanka, I., Kusuma, A. B., Martha, F., Hendrawan, A., Pramanda, I. T., Wicaksono, A., ... & Widyaningrum, A. R. (2023). Synthetic biology in Indonesia: Potential and projection in a country with mega biodiversity. *Biotechnology Notes*, 4, 41-48.
- Sinarti, S., Rif'at, M., & Mutazam, M. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Group Investigation (Gi) Berbantuan Media Booklet Terhadap Pemahaman Konsep Bagun Ruang Pada Siswa Kelas Iv Sdn 04 Batu Ampar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 6(1), 10-16. <https://doi.org/10.46368/jpd.v6i1.137>
- Soegianto, A. (1994). Ekologi Kuantitatif: Metode analisis populasi dan komunitas. *Surabaya: Usaha Nasional*, p173.
- Sumartini, S. (2016). Kedudukan Dan Tanggung Jawab Korporasi Multinational (Mnc/Tnc) Dalam Bidang Pertambangan Terkait Kejahatan Pencemaran Lingkungan. *Yustitia*, 2(12), 351-362.
- Wahidah, S., Amintarti, S., & Rezeki, A. (2022). Pengembangan E-Booklet Lumut Kerak (Lichen) Di Taman Buah Lokal Kawasan Mangrove Rambai Center Sebagai Materi Penunjang Mata Kuliah Cryptogamae. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(3), 109-118. <https://doi.org/10.55784/jupeis.Vol1.Iss3.148>
- Suniyanti, S., Mahrus, M., & Mertha, I. G. (2022). The Diversity of Lichens in The Tourist Area of The Stokel Waterfall Central Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(2), 660-667. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i2.3586>
- Susilawati, N., & Marlina, R. (2015). Kelayakan Media Booklet Etnobotani di Desa Arus Deras pada Subkonsep Manfaat Keanekaragaman Hayati SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(1): 1-13.
- Suwardi, A. B., & Navia, Z. I. (2015). Keanekaragaman jenis kantong semar (*Nepenthes* spp.) di hutan rawa gambut Kalimantan Barat. *Jurnal Jeumpa*, 2(2), 56-63.

- Thiagarajan, S., Semmel, D. S & Semmel, M. I. 1974. *Instructional Development Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis, Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota
- Tibell, L. (2006). Calicium in the Indian Himalayas. *The Journal of the Hattori Botanical Laboratory*, 100, 809-851.
- Tjitrosoepomo, G. (2023). *Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta)* Edisi Revisi. Gadjah Mada University Press.
- Ulfa, S. W., Afdan, R. K., Nabilla, M., Achyari, P. R., & Nayla, N. (2023). Identifikasi Jenis Lumut Kerak (*Lichenes*) di Kecamatan Percut Sei Tuan Pada Desa Bandar Setia, Sampali dan Tembung. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(18), 683-692.
- Waruwu, F. B. N. A., Haairin, A., & Sudibyo, M. (2022). *Keanekaragaman Jenis Liken (Lumut Kerak) di Kawasan Tahura Bukit Barisan*. CV Global Aksara Pers.
- Yanti, D., Fauziah, A., & Friansah, D. (2017). Yanti, D., Fauziah, A., & Friansah, D. (2017). Pengaruh model pembelajaran kontekstual terhadap kemampuan koneksi matematika siswa kelas X SMA Negeri 4 Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 2(2), 230235.
- Yudistira, O. K., Syamsurizal, S., Helendra, H., & Attifah, Y. (2021). Analisis kebutuhan pengembangan booklet sistem imun manusia sebagai suplemen bahan ajar biologi kelas XI SMA. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(1), 39-44.
<https://doi.org/10.23887/jlls.v4i1.34289>

Lampiran 1

Perhitungan Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak Hutan Wisata Umbul Jumprit

No.	Species	Jumlah	Pi	lnPi	PilnPi
1	<i>Baeomyces rufus</i>	25	0.016	-4.115	-0.067
2	<i>Cryptothecia striata</i>	346	0.225	-1.487	-0.336
3	<i>Dririnaria picta</i>	20	0.013	-4.338	-0.056
4	<i>Phlyctis argena</i>	94	0.061	-2.791	-0.171
5	<i>Buellia erubescens</i>	3	0.002	-6.235	-0.012
6	<i>Caloplaca holocarpa</i>	51	0.033	-3.402	-0.113
7	<i>Graphis scripta</i>	81	0.052	-2.939	-0.155
8	<i>Graphis sp.1</i>	68	0.044	-3.114	-0.138
9	<i>Graphis sp.2</i>	61	0.039	-3.223	-0.128
10	<i>Graphis sp.3</i>	6	0.003	-5.542	-0.021
11	<i>Graphis sp.4</i>	3	0.002	-6.235	-0.012
12	<i>Graphis sp.5</i>	30	0.019	-3.933	-0.077
13	<i>Graphis elegans</i>	56	0.036	-3.309	-0.121
14	<i>Bacidia viridifarinsa</i>	110	0.071	-2.633	-0.189
15	<i>Ropalospora viridis</i>	68	0.044	-3.114	-0.138
16	<i>Calicium viridae</i>	32	0.020	-3.868	-0.080
17	<i>Arthonia radiata</i>	54	0.035	-3.345	-0.117
18	<i>Lepraria incana</i>	50	0.032	-3.422	-0.111
19	<i>Lepraria lobificans</i>	20	0.013	-4.338	-0.056
20	<i>Chrisothrix xanthine</i>	40	0.026	-3.645	-0.095
21	<i>Aspricillia calcareous</i>	38	0.024	-3.696	-0.091
22	<i>Dririnaria confusa</i>	162	0.105	-2.246	-0.237
23	<i>Candelaria concolor</i>	110	0.071	-2.633	-0.189
24	<i>Diorygma poitaei</i>	4	0.002	-5.948	-0.015
Total		1532			2.734

Lampiran 2

Perhitungan Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak Plot 1

No.	Famili	Spesies	Jumlah	Pi	lnPi	Pi lnPi
1	Baeomycetaceae	<i>Baeomyces rufus</i>	7	0.0207	-3.8771	-0.0803
2	Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i>	72	0.2130	-1.5464	-0.3294
3	Caliciaceae	<i>Dririnaria picta</i>	12	0.0355	-3.3381	-0.1185
4	Phlyctidaceae	<i>Phlyctis argena</i>	23	0.0680	-2.6876	-0.1829
5	Parmeliaceae	<i>Candelaria concolor</i>	60	0.1775	-1.7287	-0.3069
6	Caliciaceae	<i>Buellia erubescens</i>	3	0.0089	-4.7244	-0.0419
7	Physciaceae	<i>Dririnaria confusa</i>	45	0.1331	-2.0164	-0.2685
8	Pertusariaceae	<i>Aspricilia calcareous</i>	38	0.1124	-2.1855	-0.2457
9	Graphidaceae	<i>Graphis elegans</i>	10	0.0296	-3.5205	-0.1042
10	Chrysotrichaceae	<i>Chrysothrix xanthina</i>	15	0.0444	-3.1150	-0.1382
11	Teloschistaceae	<i>Caloplaca holocarpa</i>	17	0.0503	-2.9898	-0.1504
12	Stereocaulaceae	<i>Lepraria lobificans</i>	20	0.0592	-2.8273	-0.1673
13	Byssolomataceae	<i>Bacidia viridifarinoso</i>	16	0.0473	-3.0505	-0.1444
		Total	338			2.2785

Lampiran 3

Perhitungan Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak Plot 2

No.	Family	Spesies	Jumlah	Pi	lnPi	Pi/nPi
1	Graphidaceae	<i>Graphis scripta</i>	54	0.104854369	-2.255182854	-0.23646577
2	Graphidaceae	<i>Graphis sp.1</i>	27	0.052427184	-2.948330035	-0.15457264
3	Graphidaceae	<i>Graphis sp.2</i>	39	0.075728155	-2.580605255	-0.19542448
4	Graphidaceae	<i>Graphis elegans</i>	14	0.027184466	-3.605109571	-0.0980
5	Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i>	112	0.217475728	-1.525668029	-0.3318
6	Baeomycetaceae	<i>Baeomyces rufus</i>	18	0.034951456	-3.353795143	-0.1172
7	Caliciaceae	<i>Calicium viride</i>	9	0.017475728	-4.046942323	-0.0707
8	Arthoniaceae	<i>Arthonia radiata</i>	26	0.050485437	-2.986070363	-0.1508
9	Teloschistaceae	<i>Caloplaca holocarpa</i>	22	0.042718447	-3.153124447	-0.1347
10	Steriocaulaceae	<i>Lepraria incana</i>	20	0.038834951	-3.248434627	-0.1262
11	Phlyctidaceae	<i>Phlyctis argena</i>	36	0.069902913	-2.660647962	-0.1860
12	Chrysotrichaceae	<i>Chrysothrix xanthina</i>	25	0.048543689	-3.025291076	-0.1469
13	Physciaceae	<i>Dririnararia confusa</i>	52	0.100970874	-2.292923182	-0.2315
14	Byssolomataceae	<i>Bacidia viridifarinsa</i>	11	0.021359223	-3.846271628	-0.0822
15	Parmeliaceae	<i>Candelaria concolor</i>	50	0.097087379	-2.332143895	-0.2264
		<i>Total</i>	515			2.4887

Lampiran 4

Perhitungan Indeks Keanekaragaman Lumut Kerak Plot 3

No.	Famili	Spesies	Jumlah	Pi	lnPi	PilnPi
1	Graphidaceae	<i>Graphis scripta</i>	27	0.0417	-3.1781	-0.1324
2	Graphidaceae	<i>Graphis sp.1</i>	41	0.0633	-2.7603	-0.1746
3	Graphidaceae	<i>Graphis sp.2</i>	22	0.0340	-3.3828	-0.1148
4	Graphidaceae	<i>Graphis sp.3</i>	6	0.0093	-4.6821	-0.0434
5	Graphidaceae	<i>Graphis sp.4</i>	3	0.0046	-5.3753	-0.0249
6	Graphidaceae	<i>Graphis sp.5</i>	30	0.0463	-3.0727	-0.1423
7	Graphidaceae	<i>Graphis elegans</i>	32	0.0494	-3.0082	-0.1486
8	Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i>	131	0.2022	-1.5987	-0.3232
9	Phlyctidaceae	<i>Phlyctis argena</i>	35	0.0540	-2.9185	-0.1576
10	Byssolomataceae	<i>Bacidia viridifarinsa</i>	83	0.1281	-2.0551	-0.2632
11	Graphidaceae	<i>Diorygma poitaei</i>	4	0.0062	-5.0876	-0.0314
12	Schaereriaceae	<i>Ropalospora viridis</i>	68	0.1049	-2.2544	-0.2366
13	Caliciaceae	<i>Calicium viridae</i>	23	0.0355	-3.3384	-0.1185
14	Arthoniaceae	<i>Arthonia radiata</i>	28	0.0432	-3.1417	-0.1358
15	Steriocaulaceae	<i>Lepraria incana</i>	30	0.0463	-3.0727	-0.1423
16	Physciaceae	<i>Dririnarina confusa</i>	65	0.1003	-2.2995	-0.2307
17	Teloschistaceae	<i>Caloplaca holocarpa</i>	12	0.0185	-3.9890	-0.0739
18	Caliciaceae	<i>Dririnarina picta</i>	8	0.0123	-4.3944	-0.0543
19		Total	648			2.5483

Lampiran 5

Lembar Observasi

Nama Spesies	Family	Tipe Thallus	Jumlah Koloni	Inang

Lampiran 6

Daftar Lumut Kerak yang Ditemukan pada Plot 1

Nama Species	Family	Tipe Thallus	Jumlah Koloni	Inang
<i>Baeomyces rufus</i>	Baeomycetaceae	Foliose	7	Pohon Dupa
<i>Cryptothecia striata</i>	Arthoniaceae	Cructose	72	Batu
<i>Dririnaria picta</i>	Caliciaceae	Foliose	12	Pohon Pinus
<i>Phlyctis argena</i>	Phlyctidaceae	Cructose	23	Pohon Trembesi
<i>Candelaria concolor</i>	Parmeliaceae	Cructose	60	Pohon Dupa
<i>Buellia erubescens</i>	Caliciaceae	Cructose	3	Pohon Dupa
<i>Dririnaria confusa</i>	Physciaceae	Foliose	45	Pohon Dupa
<i>Aspricilia calcareous</i>	Pertusariaceae	Cructose	38	Batu
<i>Graphis elegans</i>	Graphidaceae	Cructose	10	Pohon Pinus Kauri
<i>Chrysothrix xanthina</i>	Chrysotrichaceae	Cructose	15	Batu
<i>Caloplaca holocarpa</i>	Teloschistaceae	Cructose	17	Pohon Dupa
<i>Lepraria lobificans</i>	Stereocaulaceae	Cructose	20	Batu
<i>Bacidia viridifarinsa</i>	Byssolomataceae		16	Pohon Dupa

Lampiran 7

Daftar Lumut Kerak yang Ditemukan pada Plot 2

Nama Spesies	Family	Tipe Thallus	Jumlah Koloni	Inang
<i>Graphis scripta</i>	Graphidaceae	Cructose	54	Pohon Kelapa
<i>Graphis sp.1</i>	Graphidaceae	Cructose	27	Pohon Kopi
<i>Graphis sp.2</i>	Graphidaceae	Cructose	39	Pohon Kopi
<i>Graphis elegans</i>	Graphidaceae	Cructose	14	Pohon Kopi
<i>Cryptothecia striata</i>	Arthoniaceae	Cructose	112	Pohon pinus
<i>Baeomyces rufus</i>	Baeomycetaceae	Foliose	18	Pohon Trembesi
<i>Calicium viride</i>	Caliciaceae	Cructose	9	Pohon Pinus
<i>Arthonia radiata</i>	Arthoniaceae	Cructose	26	Pohon Pinus
<i>Caloplaca holocarpa</i>	Teloschistaceae	Cructose	22	Pohon Sengon
<i>Lepraria incana</i>	Steriocaulaceae	Cructose	20	Pohon Pinus
<i>Phlyctis argena</i>	Phlyctidaceae	Cructose	36	Pohon Sengon
<i>Chrysothrix xanthina</i>	Chrysotrichaceae	Cructose	25	Pohon Dupa
<i>Dririnaria confusa</i>	Physciaceae	Foliose	52	Pohon Sengon

Nama Spesies	Family	Tipe Thallus	Jumlah Koloni	Inang
<i>Bacidia viridifarinosa</i>	Byssolomataceae	Cructose	11	Pohon Pinus
<i>Candelaria concolor</i>	Parmeliaceae	Cructose	50	Pohon Pinus

Lampiran 8

Daftar Lumut Kerak yang Ditemukan pada Plot 3

Nama Spesies	Family	Tipe Thallus	Jumlah Koloni	Inang
<i>Graphis scripta</i>	Graphidaceae	Cructose	27	Pohon Kelapa
<i>Graphis sp.1</i>	Graphidaceae	Cructose	41	Pohon Kopi
<i>Graphis sp.2</i>	Graphidaceae	Cructose	22	Pohon Kopi
<i>Graphis sp.3</i>	Graphidaceae	Cructose	6	Pohon Mahoni
<i>Graphis sp.4</i>	Graphidaceae	Cructose	3	Pohon Mahoni
<i>Graphis sp.5</i>	Graphidaceae	Cructose	30	Pohon Pinus
<i>Graphis elegans</i>	Graphidaceae	Cructose	32	Pohon mahoni
<i>Cryptothecia striata</i>	Arthoniaceae	Cructose	152	Pohon Trembesi
<i>Phlyctis argena</i>	Phlyctidaceae	Cructose	35	Pohon Pinus
<i>Bacidia viridifarinos</i>	Byssolomataceae	Cructose	83	Pohon Pinus
<i>Diorygma poitaei</i>	Graphidaceae	Cructose	4	Pohon Trembesi
<i>Ropalospora viridis</i>	Schaereriaceae	Cructose	68	Pohon Dupa
<i>Calicium viridae</i>	Caliciaceae	Cructose	23	Pohon Dupa

Nama Spesies	Family	Tipe Thallus	Jumlah Koloni	Inang
<i>Arthonia radiata</i>	Arthoniaceae	Cructose	28	Pohon Dupa
<i>Lepraria incana</i>	Steriocaulaceae	Cructose	30	Pohon kopi
<i>Dririnaria confusa</i>	Physciaceae	Foliose	65	Pohon Pinus
<i>Caloplaca holocarpa</i>	Teloschistaceae	Cructose	12	Pohon Sengon
<i>Dririnaria picta</i>	Caliciaceae	Foliose	8	Pohon Dupa

Lampiran 9

INSTRUMEN PENILAIAN AHLI MEDIA STUDI KEANEKARAGAMAN LUMUT KERAK (*LICHEN*) DI HUTAN WISATA UMBUL JUMPRIT SEBAGAI BOOKLET BIOLOGI

Nama Validator :

NIP :

Bapak/Ibu yang terhormat,

Dengan ini saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket penilaian Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak berbasis penelitian di Hutan Umbul Jumprit. Angket penilaian ini bertujuan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terkait Booklet yang telah disusun. Penilaian, saran dan masukan dari Bapak/Ibu akan sangat membantu dalam proses perbaikan dan peningkatan kualitas booklet yang dihasilkan. Atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dalam pengisian angket penilaian ini, saya ucapkan terima kasih.

1. Petunjuk Pengisian

Isilah tanda ceklist (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.

Kriteria penilaian:

SB	: Sangat Baik	(4)
B	: Baik	(3)
K	: Kurang	(2)
SK	: Sangat Kurang	(1)

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
Ukuran		1. Ukuran booklet sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran Biologi.	Ukuran media tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil untuk digunakan sebagai media pembelajaran.				
		2. Kesesuaian ukuran booklet dengan materi	Booklet memiliki ukuran yang proporsional dengan materi yang disajikan dalam booklet.				
Tampilan / Desain Sampul		1. Menampilkan poin utama terkait isi booklet	Sampul booklet mampu merepresentasikan materi yang disajikan dalam booklet.				
		2. Komposisi, ukuran serta tata letak desain sampul	Sampul booklet memiliki komposisi, ukuran huruf dan gambar yang seimbang, serta				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
			desain tata letak proporsional.				
Tampilan / Desain Sampul		3. Warna sampul booklet	Booklet menggunakan warna yang seimbang dan menarik. Warna sampul memiliki perpaduan yang seimbang.				
		4. Penggunaan jenis huruf	Sampul booklet tidak menggunakan terlalu banyak variasi huruf, penggunaan jenis huruf menarik dan dapat dibaca dengan jelas, serta variasi huruf yang digunakan tidak mengganggu pandangan dari pembaca.				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
Isi	Tata letak isi booklet	1. Sistematika isi booklet	Booklet disajikan sesuai dengan sistematika yang runtut berdasarkan pola penyajian berupa pendahuluan, isi, penutup, hingga identitas penulis.				
		2. Petunjuk penggunaan	Booklet dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang jelas dan memudahkan pembaca dalam penggunaan booklet.				
		3. Penempatan kalimat dan paragraf	Penempatan kalimat dan paragraf isi jelas, tidak keluar dari halaman booklet.				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
Isi		4. Penempatan sub judul dan penomoran halaman	Penempatan sub judul dan penomoran halaman tidak mengganggu pandangan dan menyulitkan pengguna booklet.				
	Penempatan Gambar	1. Kualitas gambar	Gambar yang disajikan memiliki kualitas yang baik dan jelas, serta penggunaan warna pada gambar tidak terlalu mencolok.				
		2. Penempatan gambar	Gambar disajikan dalam posisi yang sesuai, tidak mengganggu pandangan, serta ukuran gambar				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
		3.	yang digunakan proporsional.				
	Penggunaan huruf	1. Penggunaan variasi huruf	Penggunaan variasi huruf pada isi booklet tidak berlebihan, seimbang, dan jelas.				
		2. Ukuran huruf	Huruf yang digunakan dalam isi booklet memiliki ukuran yang sesuai, jelas dengan susunan huruf yang konsisten.				
		3. Jarak spasi antar baris	Spasi antar baris 1,15 dan bersifat konsisten.				
Isi	Komposisi warna	1. Penggunaan komposisi warna pada isi booklet	Booklet disajikan dengan komposisi warna yang menarik, seimbang, tidak terlalu mencolok, serta memiliki				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
			kombinasi yang baik.				
	Halaman booklet	1. Penempatan halaman booklet	Penempatan halaman tepat dan jelas, serta tidak menyebabkan kebingungan dalam penggunaan booklet.				

(Instrumen diadaptasi berdasarkan standar BNSP dan modifikasi)

2. Saran dan Perbaikan

No.	Bagian Kesalahan	Saran Perbaikan

3. Komentar/Saran Umum

.....

.....

.....

.....

4. Kesimpulan

Media Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak berbasis penelitian di Hutan Wisata Umbul Jmprit dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran tanpa revisi
- ☐ Layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran dengan revisi

Semarang, 19 Juni 2025

Ahli Media

(.....)

NIP.

Lampiran 10

INSTRUMEN PENILAIAN AHLI MATERI STUDI KEANEKARAGAMAN LUMUT KERAK (*lichen*) DI HUTAN WISATA UMBUL JUMPRIT SEBAGAI BOOKLET BIOLOGI

Nama Validator :

NIP :

Bapak/Ibu yang terhormat,

Dengan ini saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket penilaian Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak berbasis penelitian di Hutan Umbul Jumprit. Angket penilaian ini bertujuan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terkait Booklet yang telah disusun. Penilaian, saran dan masukan dari Bapak/Ibu akan sangat membantu dalam proses perbaikan dan peningkatan kualitas booklet yang dihasilkan. Atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dalam pengisian angket penilaian ini, saya ucapkan terima kasih.

5. Petunjuk Pengisian

Isilah tanda ceklist (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.

Kriteria penilaian:

SB	: Sangat Baik	(4)
B	: Baik	(3)
K	: Kurang	(2)
SK	: Sangat Kurang	(1)

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
Isi	Keakuratan Materi	1. Kesesuaian materi	Materi yang disajikan memuat informasi sesuai dengan capaian pembelajaran.				
		2. Keluasan materi dan kedalaman materi	Materi yang disajikan memuat penjelasan materi sesuai dengan perkembangan peserta didik.				
		3. Keakuratan konsep dan definisi	Konsep dan definisi yang disajikan dalam materi benar dan tidak menimbulkan banyak penafsiran.				
		4. Keakuratan gambar dan deskripsi	Gambar dan deskripsi yang disajikan bersifat faktual, serta efektif dan efisien dalam meningkatkan pemahaman pembaca.				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
		5. Keakuratan simbol dan tanda baca	Simbol dan tanda baca yang digunakan sudah sesuai dengan aturan pengejaan dan tidak menimbulkan banyak penafsiran.				
	Kemutakhiran	6. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu	Materi yang disajikan sudah sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Uraian materi dirujuk pada sumber yang kredibel sehingga pembaca dapat memperoleh informasi berdasarkan sumber yang jelas dan dapat dipercaya.				
		7. Gambar	Gambar disajikan dengan jelas serta				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
			dilengkapi dengan penjelasan.				
Penyajian	Teknik Penyajian	8. Konsistensi sistematika penyajian	Konten disajikan secara runtut, dimulai dari pengenalan konsep, kata pengantar, hingga biografi penulis.				
	Pendukung Penyajian	9. Ketepatan penyajian ilustrasi dengan materi	Penyajian materi dilengkapi keterangan baik berupa gambar, grafik, maupun tabel yang dapat memudahkan pembaca dalam memahami materi yang disajikan.				
		10. Penyajian gambar dan klasifikasi	Gambar dan klasifikasi disertai sumber yang relevan.				
		11. Ketepatan penomoran dan penamaan gambar	Penomoran gambar, tabel, maupun grafik dilakukan secara				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
			urut dan keterangan gambar sesuai dengan gambar yang disajikan.				
		12. Petunjuk Penggunaan	Petunjuk penggunaan media dapat memudahkan pembaca dalam penggunaan media.				
		13. Glosarium	Penggunaan glosarium dalam media mampu memudahkan pembaca dalam memahami istilah-istilah penting dan istilah-istilah asing. Glosarium disusun secara alfabetis.				
		14. Daftar Pustaka	Penulisan referensi rujukan sesuai dengan aturan penulisan yang berlaku				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
			(digunakan <i>APA Style</i>).				
Bahasa	Lugas	15. Ketepatan struktur kalimat	Kalimat yang digunakan mengandung pesan yang ingin disampaikan sesuai dengan materi pada Capaian Pembelajaran. Kalimat yang digunakan mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia.				
		16. Keefektifan kalimat	Kalimat yang digunakan bersifat lugas dan mampu mewakili isi pesan dari materi yang disajikan. Kalimat yang				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
			digunakan mampu membantu pembaca agar lebih mudah dalam memahami pesan materi.				
	Komunikatif	17. Pemahaman terhadap pesan materi	Materi disajikan secara menarik, mudah dipahami dan tidak menimbulkan multitafsir.				
	Dialogis dan interaktif	18. Kemampuan memotivasi pembaca dalam memberikan respon terhadap pesan yang disampaikan.	Media dikemas dalam bentuk yang mampu menarik perhatian, menggunakan bahasa yang komunikatif dan menyenangkan, serta konten tidak membosankan.				
	Kesesuaian dengan kaidah penulisan	19. Ketepatan ejaan	Kata yang digunakan sesuai dengan Pedoman				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
			Ejaan yang Disempurnakan.				
		20. Ketepatan tata bahasa	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah penulisan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (kecuali: penggunaan bahasa asing ditulis dalam format <i>italic</i>).				
	Koherensi dan Keruntutan Alur Berpikir	21. Keutuhan makna dan keteraturan pokok pembahasan	Penyampaian materi pada tiap pokok pembahasan bersifat satu tema dan saling berkesinambungan				
	Penggunaan Istilah	22. Konsistensi dalam penggunaan kalimat	Penggunaan istilah-istilah penting dan istilah-istilah asing yang menggambarkan suatu konsep, prinsip, asas atau				

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
			sejenisnya disajikan secara konsisten.				
		23. Ketepatan penulisan nama ilmiah atau istilah asing	Nama ilmiah atau istilah asing ditulis dengan baik dan benar serta ditulis menggunakan format <i>italic</i> .				

(Instrumen diadaptasi berdasarkan standar BNSP dan modifikasi)

6. Saran dan Perbaikan

No.	Bagian Kesalahan	Saran Perbaikan

7. Komentar/Saran Umum

.....

.....

.....

.....

.....

8. Kesimpulan

Media Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak berbasis penelitian di Hutan Wisata Umbul Jmprit dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran tanpa revisi
- ☐ Layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran dengan revisi

Semarang.....
Ahli Materi

(.....)
NIP.

Lampiran 11

Surat Penunjukkan Dosen Validator



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185

E-mail: info@uisu.ac.id Web: <http://id.walisongo.ac.id>

Nomor : B.5210/Un.10.8/D/SP.01.06/06/2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Hafidha Asni Akmalia, M.Sc.
Dosen Validator Ahli Materi
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)
2. Nisa Rasyida, M.Pd.
Dosen Validator Ahli Media
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)
di tempat.

Assalamu'alaikum W: Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama : Robithoh Ranitia Fitriani
NIM : 2108086020
Program Studi : PENDIDIKAN BIOLOGI
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Studi Keanekaragaman Lumut Kerak di Hutan Wisata
Umbul Jumprit sebagai Booklet Biologi

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrumen kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum W: Wb.

Semarang, 12 Juni 2025

an. Dekan,
Ketua Prodi,

Dr. Istyono, M.Pd.

NIP. 19691016 200801 1 008

Lampiran 12

Hasil Validasi Ahli Media

INSTRUMEN PENILAIAN AHLI MEDIA
STUDI KEANEKARAGAMAN LUMUT KERAK (*LICHEN*) DI HUTAN WISATA UMBUL JUMPRIT
SEBAGAI BOOKLET BIOLOGI

Nama Validator : Nisa Rasyida, M.Pd.
NIP : 198803122019032011

Bapak/Ibu yang terhormat,

Dengan ini saya memohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket penilaian Booklet Keaneekaragaman Lumut Kerak berbasis penelitian di Hutan Umbul Jumprit. Angket penilaian ini bertujuan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terkait Booklet yang telah disusun. Penilaian, saran dan masukan dari Bapak/Ibu akan sangat membantu dalam proses perbaikan dan peningkatan kualitas booklet yang dihasilkan. Atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dalam pengisian angket penilaian ini, saya ucapkan terima kasih.

1. Petunjuk Pengisian

Isilah tanda ceklist (✓) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.

Kriteria penilaian:

SB : Sangat Baik (4)
B : Baik (3)
K : Kurang (2)
SK : Sangat Kurang (1)

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskriptor	Nilai			
				SB	B	K	SK
Ukuran		1. Ukuran booklet sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran Biologi.	Ukuran media tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil untuk digunakan sebagai media pembelajaran.		✓		
		2. Kesesuaian ukuran booklet dengan materi	Booklet memiliki ukuran yang proporsional dengan materi yang disajikan dalam booklet.	✓			

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
Tampilan / Desain Sampul		1. Menampilkan poin utama terkait isi booklet	Sampul booklet mampu merepresentasikan materi yang disajikan dalam booklet.		✓		
		2. Komposisi, ukuran serta tata letak desain sampul	Sampul booklet memiliki komposisi, ukuran huruf dan gambar yang seimbang, serta desain tata letak proporsional.		✓		
Tampilan / Desain Sampul		3. Warna sampul booklet	Booklet menggunakan warna yang seimbang dan menarik. Warna sampul memiliki perbedaan yang seimbang.		✓		
		4. Penggunaan jenis huruf	Sampul booklet tidak menggunakan terlalu banyak variasi huruf, penggunaan jenis huruf menarik dan dapat dibaca dengan jelas, serta variasi huruf yang digunakan tidak mengganggu pandangan dari pembaca.	✓			
Isi	Tata letak isi booklet	1. Sistematika isi booklet	Booklet disajikan sesuai dengan sistematika yang runtut berdasarkan pola penyajian berupa pendahuluan, isi, penutup, hingga identitas penulis.	✓			
		2. Petunjuk penggunaan	Booklet dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang jelas dan memudahkan pembaca dalam penggunaan booklet.		✓		
		3. Penempatan kalimat dan paragraf	Penempatan kalimat dan paragraf isi jelas, tidak keluar dari halaman booklet.	✓			

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
Isi		4. Penempatan sub judul dan penempatan halaman	Penempatan sub judul dan penempatan halaman tidak mengganggu pandangan dan menyulitkan pengguna booklet.	✓			
	Penempatan Gambar	1. Kualitas gambar	Gambar yang disajikan memiliki kualitas yang baik dan jelas, serta penggunaan warna pada gambar tidak terlalu mencolok.	✓			
		2. Penempatan gambar	Gambar disajikan dalam posisi yang sesuai, tidak mengganggu pandangan, serta ukuran gambar yang digunakan proporsional.	✓			
	Penggunaan huruf	1. Penggunaan variasi huruf	Penggunaan variasi huruf pada isi booklet tidak berlebihan, seimbang, dan jelas.		✓		
		2. Ukuran huruf	Huruf yang digunakan dalam isi booklet memiliki ukuran yang sesuai, jelas dengan susunan huruf yang konsisten.		✓		
		3. Jarak spasi antar baris	Spasi antar baris 1,15 dan bersifat konsisten.		✓		
Isi	Komposisi warna	1. Penggunaan komposisi warna pada isi booklet	Booklet disajikan dengan komposisi warna yang menarik, seimbang, tidak terlalu mencolok, serta memiliki kombinasi yang baik.	✓			
	Halaman booklet	1. Penempatan halaman booklet	Penempatan halaman tepat dan jelas, serta tidak menyebabkan kebingungan dalam penggunaan booklet.		✓		

(Instrumen diadaptasi berdasarkan standar BNSP dan modifikasi)

2. Saran dan Perbaikan

No.	Bagian Kesalahan	Saran Perbaikan

3. Komentar/Saran Umum

Diperbaiki sesuai saran dari validator yg lain

4. Kesimpulan

Media Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak berbasis penelitian di Hutan Wisata Umbul Jngprit dinyatakan:

- ☒ Layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran tanpa revisi
☐ Tidak layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran dengan revisi

Semarang, 19 Juni 2025
 Ahli Media



Nisa Rasyida, M.Pd
 NIP. 198803122019032011

Lampiran 13

Hasil Validasi Ahli Materi

Revisi dan Revisi
 2008081040
 080810402020

INSTRUMEN PENILAIAN AHLI MATERI

**STUDI KEANEKARAGAMAN LUMUT KERAK (LICHEN) DI HUTAN WISATA UMBUL JUMPRIT
SEBAGAI BOOKLET BIOLOGI**

Nama Validator : Fitri Andriana, M.Pd.
 NIP : 198006212010062013

Bapak/Ibu yang terhormat,

Dengan ini saya mohon bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi angket penilaian Booklet Keaneekaragaman Lumut Kerak berbasis penelitian di Hutan Umbul Jumprit. Angket penilaian ini bertujuan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terkait Booklet yang telah disusun. Penilaian, saran dan masukan dari Bapak/Ibu akan sangat membantu dalam proses perbaikan dan peningkatan kualitas booklet yang dihasilkan. Atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dalam pengisian angket penilaian ini, saya ucapkan terima kasih.

5. Petunjuk Pengisian
 Isilah tanda ceklist (✓) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.

Kriteria penilaian:

SB	: Sangat Baik	(4)
B	: Baik	(3)
K	: Kurang	(2)
SK	: Sangat Kurang	(1)

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
Isi	Keakuratan Materi	1. Kesesuaian materi	Materi yang disajikan memuat informasi sesuai dengan capaian pembelajaran.		✓		
		2. Kelengkapan materi dan kedalaman materi	Materi yang disajikan memuat penjelasan materi sesuai dengan perkembangan peserta didik.		✓		
		3. Keakuratan konsep dan definisi	Konsep dan definisi yang disajikan dalam materi benar dan tidak menimbulkan banyak penafsiran.		✓		

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
		4. Keakuratan gambar dan deskripsi	Gambar dan deskripsi yang disajikan bersifat faktual, serta efektif dan efisien dalam meningkatkan pemahaman pembaca.	✓			
		5. Keakuratan simbol dan tanda baca	Simbol dan tanda baca yang digunakan sudah sesuai dengan aturan penulisan dan tidak menimbulkan banyak penafsiran.	✓			
	Kemutakhiran	6. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu	Materi yang disajikan sudah sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Uraian materi dirojak pada sumber yang kredibel sehingga pembaca dapat memperoleh informasi berdasarkan sumber yang jelas dan dapat dipercaya.		✓		
		7. Gambar	Gambar disajikan dengan jelas serta dilengkapi dengan penjelasan.	✓			
Penyajian	Teknik Penyajian	8. Konsistensi sistematika penyajian	Konten disajikan secara runtut, dimulai dari pengenalan konsep, kata pengantar, hingga biografi penulis.	✓			
	Pendukung Penyajian	9. Ketepatan penyajian ilustrasi dengan materi	Penyajian materi dilengkapi keterangan baik berupa gambar, grafik, maupun tabel yang dapat memudahkan pembaca dalam memahami materi yang disajikan.	✓			
		10. Penyajian gambar dan klasifikasi	Gambar dan klasifikasi disertai sumber yang relevan.	✓			
		11. Ketepatan penomoran dan penamaan gambar	Penomoran gambar, tabel, maupun grafik dilakukan secara urut dan keterangan gambar sesuai dengan gambar yang disajikan.	✓			

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	K	SK
		12. Petunjuk Penggunaan	Petunjuk penggunaan media dapat memudahkan pembaca dalam penggunaan media.		✓		
		13. Glosarium	Penggunaan glosarium dalam media mampu memudahkan pembaca dalam memahami istilah-istilah penting dan istilah-istilah asing. Glosarium disusun secara alfabetis.		✓		
		14. Daftar Pustaka	Penulisan referensi rujukan sesuai dengan aturan penulisan yang berlaku (digunakan APA Style).		✓		
Bahasa	Lugas	15. Ketepatan struktur kalimat	Kalimat yang digunakan mengaitkan pesan yang ingin disampaikan sesuai dengan materi pada Capaian Pembelajaran. Kalimat yang digunakan mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia.	✓			
		16. Keefektifan kalimat	Kalimat yang digunakan bersifat lugas dan mampu mewakili isi pesan dari materi yang disajikan. Kalimat yang digunakan mampu membantu pembaca agar lebih mudah dalam memahami pesan materi.	✓			
	Komunikatif	17. Pemahaman terhadap pesan materi	Materi disajikan secara menarik, mudah dipahami dan tidak menimbulkan multitafsir.	✓			
	Dialogis dan interaktif	18. Kemampuan memotivasi pembaca dalam memberikan respon terhadap pesan yang disampaikan.	Media dikemas dalam bentuk yang mampu menarik perhatian, menggunakan bahasa yang komunikatif dan menyenangkan, serta konteks tidak membosankan.		✓		

Aspek	Komponen	Indikator Penilaian	Deskripsi	Nilai			
				SB	B	R	SK
	Kesesuaian dengan kaidah penulisan	19. Ketepatan ejaan	Kata yang digunakan sesuai dengan Pedoman Ejaan yang Disempurnakan.	✓			
		20. Ketepatan tata bahasa	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah penulisan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (kecuali: penggunaan bahasa asing ditulis dalam format italic).	✓			
	Kohesi dan Keruntutan Alur Berpikir	21. Keutuhan makna dan keteraturan pokok pembahasan	Penyampaian materi pada tiap pokok pembahasan bersifat satu tema dan saling berkesinambungan		✓		
	Penggunaan istilah	22. Konsistensi dalam penggunaan kalimat	Penggunaan istilah-istilah penting dan istilah-istilah asing yang menggambarkan suatu konsep, prinsip, nama atau sejenisnya disajikan secara konsisten.	✓			
		23. Ketepatan penulisan nama ilmiah atau istilah asing	Nama ilmiah atau istilah asing ditulis dengan baik dan benar serta ditulis menggunakan format italic.	✓			

[Instrumen diadaptasi berdasarkan standar BNSP dan modifikasi]

6. Saran dan Perbaikan

No.	Bagian Kesalahan	Saran Perbaikan

7. Komentar/Saran Umum

Sangat menarik isinya

B. Kesimpulan

Media Bosket Keanekaragaman Lumut Kerak berbasis penelitian di Hutan Wisata Umbul Jiprit dinyatakan:

☐ Layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran tanpa revisi

☒ Layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran dengan revisi

Semarang, 25 Juni 2015

Ahli Materi

Haidina Aini Akmalia, M.Pd.

NIP. 198308212013032013

Lampiran 14

Perhitungan Hasil Validasi Ahli Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak

A. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Jumlah skor	Total skor	Persentase	Kategori
Ukuran	7	8	88%	Sangat layak
Tampilan/ Desain sampul	13	16	81%	Sangat layak
Isi	39	44	89%	Sangat layak
Rata-rata persentase	59	68	86%	Sangat layak

B. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	Jumlah skor	Total skor	Persentase	Kategori
Isi	23	28	82%	Sangat Layak
Penyajian	25	28	89%	Sangat Layak
Bahasa	34	36	94%	Sangat Layak
Rata-rata persentase			89%	Sangat Layak

Lampiran 15

Lembar Penilaian Peserta Didik Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak Berbasis Riset Di Hutan Wasata Umbul Jumprit

Judul : Studi Keanekaragaman Lumut Kerak
Penelitian (*Lichens*) di Hutan Wisata Umbul
Jumprit sebagai Booklet Biologi
Penyusun : Robithoh Ranitia Fitriani
Pembimbing : 1. Arifah Purnamaningrum, M.Sc.
2. Saifullah Hidayat, M.Sc.
Instansi : UIN Walisongo Semarang

Petunjuk Pengisian:

1. Mulai dengan bacaan basmalah.
2. Sebelum mengisi angket respon ini, pastikan Anda sudah membaca dan menggunakan Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak.
3. Isilah identitas Anda sebelum memulai penilaian angket terhadap Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak.
4. Bacalah dengan teliti tiap pernyataan dalam angket ini sebelum Anda memberikan penilaian.
5. Anda dapat memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom “**Nilai**” dengan kategori sebagai berikut:

SB : Sangat Baik (4)
B : Baik (3)
K : Kurang (2)
SK : Sangat Kurang (1)

>>>>>>Selamat Mengerjakan<<<<<<

Identitas Peserta Didik

Nama :

Sekolah :

Aspek	Kategori Penilaian	Nilai			
		SB	B	K	CK
Penyajian	1. Media booklet mudah digunakan				
	2. Media booklet memiliki ukuran yang praktis untuk digunakan				
	3. Booklet dilengkapi dengan gambar dan keterangan yang mempermudah peserta didik dalam memahami isi booklet				
	4. Booklet dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang memudahkan peserta didik dalam menggunakan booklet				
Kegrafisan	5. Tampilan halaman media booklet memiliki komposisi gambar dan warna yang serasi				
	6. Teks atau tulisan pada media booklet mudah dibaca				
	7. Gambar yang disajikan jelas dan mudah dipahami				
	8. Booklet memiliki desain yang menarik				
Kegunaan	9. Media booklet yang dikembangkan mampu menumbuhkan rasa ingin tahu				
	10. Media booklet memberikan pengetahuan baru pada peserta didik tentang lumut kerak				

Sumber: Abdillah, A. R., 2022 dengan modifikasi

Lampiran 16

Hasil Penilaian Peserta Didik Booklet Keanekaragaman Lumut Kerak Berbasis Riset Di Hutan Wasata Umbul Jumprit

Nama	Sekolah	Skor										Total	Total Skor	Persentase
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Ahmad Azka Rizqi	MAN Temanggung	4	4	3	3	4	3	2	3	3	3	32	40	80%
Muhammad Zakki Arga F.	MAN Temanggung	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	36	40	90%
Muhammad Ikhsan Sifaurohman	MAN Temanggung	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	32	40	80%
Fani Dwi Rahmawati	MAN Temanggung	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	35	40	88%
Durrotul Aini Azzain	MAN Temanggung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	40	75%
Rameyza Elya Azzura	MAN Temanggung	4	3	4	4	3	2	3	2	3	4	32	40	80%
Daffa Surya Ramadhan	MAN Temanggung	4	4	3	3	3	2	2	3	4	2	30	40	75%
Aulia Nayla Tsabita	MAN Temanggung	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	35	40	88%
Khabibullah	MAN Temanggung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	40	75%
Mila Rosyada	MAN Temanggung	4	3	4	3	1	3	1	3	4	2	28	40	70%
Mila Rosyada	MAN Temanggung	4	4	4	4	3	4	4	4	4	1	36	40	90%
Mila Rosyada	MAN Temanggung	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	36	40	90%
Dwi Safira Solichah	MAN Temanggung	3	3	3	4	4	2	3	2	3	4	31	40	78%
Faiz Nur H	MAN Temanggung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	31	40	78%
Keysa	MAN Temanggung	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	31	40	78%
												485	600	81%

Lampiran 17

Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km 1 Semarang
E-mail: info@walisongo.ac.id Web: <http://ta.walisongo.ac.id>

Nomor : B.4163/Un.10.8/K/SP.01.05/05/2025

Semarang, 16 Mei 2025

Lamp : Proposal Skripsi

Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Pengelola Umbul Jumprit
Jl. Ngadirejo, Jumprit, Tegalrejo,
Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah
56255
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dibentahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Robithoh Ranitia Fitriani
NIM : 2108066020
Jurusan : PENDIDIKAN BIOLOGI
Judul : Studi Keanekaragaman Lumut Kerak (Lichen) di Hutan Wisata Umbul Jumprit
sebagai Booklet Biologi
Semester : VIII (Delapan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / Ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 21 Mei 2025 - 31 Mei 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan
Kabao, Tara Usaha,
Muh. Utans, SH, M.H
NIP. 196910171934031002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip



Cp. Robithoh Ranitia Fitriani : 089812052792

Lampiran 18

Dokumentasi Penelitian

Pengukuran Faktor Abiotik di Hutan Wisata Umbul Jumprit

Thermohygrometer	Lux Meter
Plot 1	
	
Plot 2	
	

Thermohygrometer	Lux Meter
Plot 3	
	

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Robithoh Ranitia Fitriani
2. Tempat, Tanggal Lahir : Magelang, 10 Desember 2002
3. Alamat : Dusun Rowosari, Rt. 01/ Rw. 02, Manggong, Ngadirejo, Temanggung.
4. No. Hp : 089621952792
5. E-mail : Robithohfitriani@gmail.com

1. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SD Negeri Morobongo
 - b. SMP Islam Ngadirejo
 - c. MA Negeri Temanggung
 - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan Nonformal
 - a. Asrama Manbaul Qur'an MA Negeri Temanggung
3. Karya Tulis Ilmiah
 - a. Studi Perilaku Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di Hutan Adat Jumprit