

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Deskripsi *Lichenes*

2.1.1.1 Pengertian *Lichenes*

Lichenes merupakan asosiasi simbiotik antara mikroorganisme fotosintetik dan juga fungi. *Lichenes* banyak tumbuh pada permukaan batu, batang kayu yang sudah membusuk, pepohonan, dan atap dalam berbagai bentuk. Selain itu, adapun salah satu faktor yang mempengaruhi bentuk *thallus* pada *Lichenes* adalah substrat tumbuhnya. Salah satu jenis *thallus* yang paling sering dijumpai karena mampu melekat pada berbagai substrat adalah *Lichenes* dengan jenis *thallus crutose* (Fithri, 2017). Menurut Lukmana (2012) *Lichenes* mempunyai banyak ragam dari mulai ukurannya, warnanya sampai dengan bentuknya.

Struktur anatomi dan morfologi *Lichenes* diwakilkan oleh kelompok *foliase* (Gambar 2.1; 2.2), karena *Lichenes* kelompok ini memiliki 3 bagian tubuh yang bisa diamati secara jelas, bagian-bagian ini juga termasuk struktur vegetasi dari *Lichenes*.



Gambar 2.1 Struktur morfologi *Lichenes Relicina abstrusa*
(Sumber: Suharno, *et al*, 2021)



Gambar 2.2 Struktur umum penampang anatomi *Lichenes* (lumut kerak)
(Sumber: Suharno, *et al*, 2021)

Selain itu menurut Beaching, S. Q., & Hill (2007) *Lichenes* adalah organisme serupa tumbuhan yang menutupi hampir 8 % dipermukaan bumi. *Lichenes* seringkali dijumpai pada pohon, bebatuan dan tanah. *Lichenes* juga terkadang menempel pada berkas properti buatan manusia seperti pada beton, besi tua mobil yang sudah tidak digunakan oleh pemiliknya, bangku – bangku yang terdapat ditaman bahkan di batu nisan pekuburan. Sejalan dengan hal tersebut, menurut Beaching, S. Q., & Hill (2007) Pada umumnya *Lichenes* yang menempel pada pohon berwarna hijau keabu – abuan, kuning, hijau biru, *oranye*, kuning cerah, coklat, dan bahkan memiliki warna hitam.

Lichenes termasuk organisme endolitik (dapat tumbuh di dalam bebatuan) dan poiliohidrik yakni dia dapat bertahan hidup pada kondisi ketersediaan air yang rendah. *Lichenes* tidak membutuhkan kriteria hidup yang tinggi, hal tersebut dikarenakan *Lichenes* dapat hidup dalam jangka waktu yang sangat panjang meskipun dalam kondisi kekurangan air (Muvidha, 2020)

Adapun berdasarkan habitatnya, *Lichenes* dapat dibedakan menjadi 3 kategori, antara lain:

- 1) *Saxicolous*, *saxicolous* merupakan *Lichenes* yang hidup di batu atau cadas pada suhu dingin. Contohnya seperti *Acarospora ceruina*, *A. fuscata*, *Aspicillia corcota*, *Peltigera* (Gambar 2.3).
- 2) *Corticulous*, *corticulous* merupakan *Lichenes* yang dapat hidup di pohon yang berperan sebagai epifit, kebanyakan jenis *corticulous* hidup di daerah tropis dan subtropis dengan kelembaban yang tinggi. Contoh *Lichenes* dari jenis ini adalah *Usnea articulata* (Gambar 2.4), *U. ceranita*, *U. hirta* dan *Artaria*

radiata.

- 3) *Terricolous, terricolous* merupakan *Lichenes* yang dapat hidup pada tanah. Contoh *Lichenes* dari jenis *terricolous* adalah *Cladonia ciliata* (Gambar 2.5), *C. squamosa*, *C. uncialis*, *Peltigera canina*, *P. didactyla*, dan *Leptogium britannicum* (Muzayyinah, 2005) dalam (Roziaty, 2016).

Roziaty (2016) juga memperjelas mengenai pembagian kategori *Lichenes* berdasarkan atas substrat tempat tumbuhnya, diantara lain:

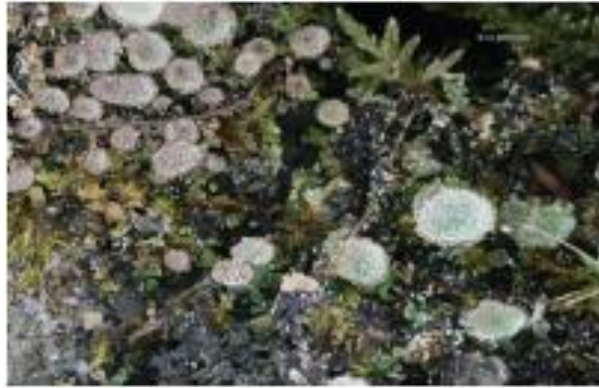
- 1) *Corticolous*, yaitu *Lichenes* yang dapat tumbuh di permukaan pohon (Gambar 2.3)
- 2) *Saxicolous* yaitu *Lichenes* yang tumbuh di permukaan batu (Gambar 2.4)
- 3) *Terricolous* yaitu *Lichenes* yang tumbuh di tanah (Gambar 2.5)
- 4) *Follicolous*, yaitu *Lichenes* yang dapat tumbuh di permukaan daun (Gambar 2.6), dan
- 5) *Musicolous* yaitu *Lichenes* yang dapat tumbuh dengan lumut atau *bryophyta* (Gambar 2.7).



Gambar 2.3 *Lichenes* dengan tipe *Corticolous Usnea australis*
(Sumber: Laksono, 2016)



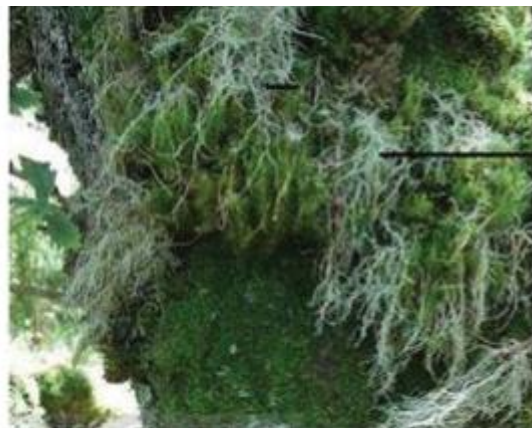
Gambar 2.4 *Lichenes* dengan tipe *Saxicolous Peltigera polydactyla*.
(Sumber: Muvidha, 2020)



Gambar 2.5 *Lichenes* dengan tipe *Terricolous Cladonia pyxidata*
(Sumber: Muvidha, 2020)



Gambar 2.6 *Lichenes* dengan tipe *Follicolous*
(Sumber: Roziaty, 2016)



Gambar 2.7 *Lichenes* dengan tipe *Muscicolous*
(Roziaty, 2016)

Menurut Mafaza, *et al* (2019) *Lichenes* merupakan simbiosis antara fungi (mikobiont) dari kelompok *Ascomycetes* dan *Basidiomycetes*, dengan alga

(fikobiont) dari kelompok *Cyanobacteria* atau *Chlorophyceae*. Selanjutnya Suharno, *et al* (2021) menyebutkan pengelompokan *Lichenes* berdasarkan atas jenis fungi yang berasosiasi, diantaranya:

- 1) *Ascoliken*, merupakan kelompok *Lichenes* yang bersimbiosis dengan fungi, khususnya Ascomycota.
- 2) *Gymnocarpae*, merupakan kelompok *Lichenes* dengan badan buah berupa *apothecium*, contoh *Usnea*.
- 3) *Pyrenocarpae*, merupakan kelompok *Lichenes* dengan badan buah berupa *perithecium*, contohnya *Verrucaria*.
- 4) *Basidioliken*, merupakan kelompok *Lichenes* yang bersimbiosis dengan fungi Basidiomycota, contohnya *Dictyonema*.

Menurut Suharno, *et al* (2021) pengelompokan *Lichenes* berdasarkan distribusi komponen alga pada *thallus*, diantaranya:

- 1) *Thallus homomerus*, apabila sel alga dan hifa fungi terdistribusi secara merata pada *thallus*, contoh *Collema*.
- 2) *Thallus heteromerus*, apabila sel alga membentuk lapisan (stratifikasi) yang berbeda atau zona alga dan hifa fungi terdapat pada tapisan yang berbeda, contoh *Parmelia*.

2.1.1.2 Karakteristik *Lichenes*

Menurut Muvidha (2020) *Lichenes* berdasarkan habitatnya dibagi menjadi 5 kelompok, yakni:

- 1) *Saxicolous*, merupakan jenis *Lichenes* yang hidupnya menempel pada substrat batu. Jenis batu dan juga pH dapat menentukan pengaruh pertumbuhan dan pembentukan *Lichenes* golongan ini.
- 2) *Corticolous*, yakni golongan *Lichenes* yang hidup menempel pada substrat dahan dan kulit pohon. Substrat kulit pohon yang kasar berguna untuk tempat menempelnya spora.
- 3) *Terricolous*, merupakan tumbuhan *Lichenes* teristial yang dapat hidup di atas tanah.
- 4) *Musicolous* merupakan kelompok *Lichenes* ini dapat tumbuh dengan lumut,

dan

5) *Follicolous*, yakni kelompok *Lichenes* yang hidup di permukaan daun.

Adapun secara umum *Lichenes* berdasarkan bentuk *thallus* nya dibedakan menjadi 4 tipe, diantaranya:

1) *Foliase*

Lichenes foliase (*Leaf-like*) memiliki bentuk *thallus* menyerupai daun, kemudian *thallus* akan berkembang menjadi lobus. *Lichenes* jenis ini mudah dipisahkan dari substratnya dikarenakan *Lichenes* jenis ini memiliki rhizines sebagai sistem perlekatan pada *thallus* nya (Muvidha, 2020).

Lichenes foliose memiliki bentuk *thallus* datar, lebar, terdapat banyak lekukan seperti daun yang mengkerut berputar, selain itu bagian permukaan atas dan bawahnya berbeda, sebagaimana yang dicontohkan pada Gambar 2.6. *Lichenes* jenis ini melekat pada batu dan pohon (Fithri, 2017).



Gambar 2.8 *Lichenes* dengan tipe *foliose*
 A) *Parmeliapsysodes*, tumbuh pada semak; dan
 B) *Peltigera polydactyla*, tumbuh di tanah.
 (Sumber: Muvidha, 2020)

2) *Fruticose*

Lichenes jenis ini memiliki *thallus* seperti semak dan memiliki cabang seperti pita, rambut atau tali (Muvidha, 2020). *Thallus* pada *Lichenes Fruticose* dapat tumbuh tegak atau menggantung pada bebatuan, daun-daunan atau cabang pohon. Tidak terdapat perbedaan antara permukaan atas dan bawah, sebagaimana yang dicontohkan pada Gambar 2.7 (Fithri, 2017).

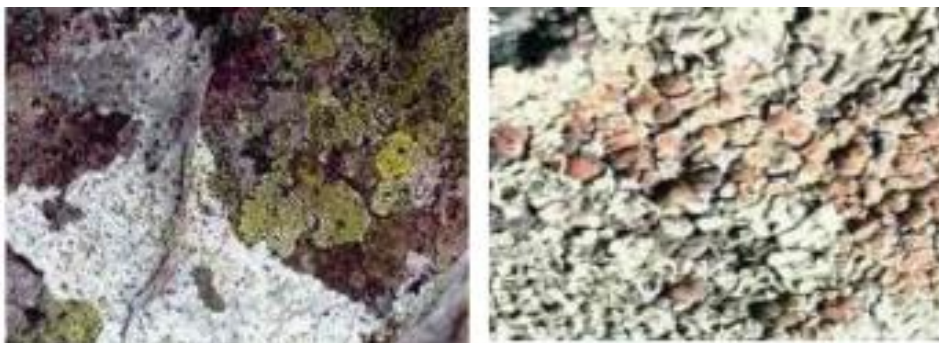


Gambar 2.9 *Lichenes* dengan tipe *fruticose* *Usnea comosa*
(Sumber : Muvidha, 2020)

3) *Crustose*

Lichenes crustose memiliki ciri yaitu bentuk tubuhnya menyerupai lapisan kulit yang menempel pada permukaan kulit pohon, bebatuan dan juga tanah (Muvidha, 2020).

Selain itu, melekat erat pada substratnya (batu, kulit pohon dan tanah) *Lichenes* jenis *crustose* juga berukuran kecil, datar dan tipis, sehingga tidak mungkin diambil tanpa merusak *thallus* nya, sebagaimana yang dicontohkan pada Gambar 2.8 (Fithri, 2017).



Gambar 2.10 *Lichenes* dengan tipe *crustose*

- a) *Rhizocarpon geographicum*. Umumnya jenis ini tumbuh di permukaan batu secara berkoloni, umumnya berwarna kehijauan dan putih atau putih keabuan. *Thallus* berwarna pucat. Kadang berwarna coklat pucat; dan

b) *Lecanora muralis*.

(Sumber: Muvidha, 2020)

4) *Squamulose*

Lichenes jenis ini memiliki lobus-lobus menyerupai sisik, lobus ini juga sering disebut sebagai squamulus (Muvidha, 2020).

Lichenes squamulose memiliki *thallus* berukuran kecil dan saling bertindih. *Thallus* ini juga memiliki struktur tubuh buah yang disebut dengan podetia, sebagaimana yang dicontohkan pada Gambar 2.9 (Fithri, 2017).



Gambar 2.11 *Lichenes* dengan tipe *squamulose*

- a) *Cladonia pyxidata*, *Lichenes squamulose* jenis ini tumbuh di permukaan tanah. pada gambar menunjukkan kucup yang berbentuk seperti cawan yang dinamakan podetia; dan

b) *C. coccifera*

(Sumber: Muvidha, 2020)

2.1.1.3 Klasifikasi *Lichenes*

Lichenes sangat sulit untuk diklasifikasikan, hal ini dikarenakan *Lichenes* merupakan gabungan dari alga dan fungi serta sejarah perkembangan yang berbeda. Berdasarkan klasifikasi yang dikemukakan oleh Suharno, *et al* (2021), *Lichenes* di klasifikasikan berdasarkan atas kompilasi data yang disampaikan oleh Diederich *dkk.* (2018). Genus fungi termasuk jenis *Lichenes* dalam tiga kategori yakni *Lichenes obligat*, *Lichenes lichenicolous*, dan *Lichenes fakultatif*. Adapun klasifikasi *Lichenes* berdasarkan *Integrated Taxonomic Information System* (2022) adalah sebagai berikut:

Kingdom: Fungi

Division: **Ascomycota** Caval.-sm.

Subdivision: **Pezizomycotina** O.E.Erikss. & Winka

Class: **Arthoniomycetes** O.E.Erikss. & Winka

Subclass: **Arthoniomycetidae**

Ordo: **Arthoniales** D.Hawksw.& O.E.Winka

Famili: **Arthoniaceae** Rchb

Famili: **Chrysothricaceae**

Famili: **Roccellaceae** Chevall.

Class: **Dothideomycetes**

Ordo: **Acrospermales** Milton, Peredo, &
A.T.Watson

Famili : **Acrospermaceae** Fuckel

Ordo: **Botryosphaeriales** C.L.Schoch, Crous
& Shoemakers

Famili: **Botryosphaeriaceae** Theiss.
& H. Syd

Ordo: **Patellariales** D. Hawksw. & O.E.
Erikss

Famili: **Patellariaceae** Corda

Ordo: **Trypetheliales**

Famili: **Trypetheliaceae** Zenker

Class: **Dothideomycetes** familia incertae sedis

Famili: **Pseudoperisporiaceae**

Class: **Eurotiomycetess**

Subclass: **Chaetothyriomycetidae** M.E. Barr

Ordo: **Chaetothyriales**

Famili: **Herpotrichiellaceae**

Ordo: **Pyrenulales** Fink ex D. Hawksw. &
O.E. Erikss

Famili: **Requienellaceae** Boise

Ordo: **Verrucaliales** Mattick ex D.
Hawksw. & O.E. Erikss

Famili: **Adelococcaceae** Triebel

Famili: **Verrucariaceae** Zenker

Subclass: **Mycocaliciomycetidae**

Ordo: **Mycocaliciales** Tibell & Wedin

Famili: **Mycocaliciaceae** A.F.W.
Schmidt

Class: **Lecanoromycetes**

Subclass: **Acarosporomycetidae**

Ordo: **Acarosporales**

Famili: **Acarosporaceae** Zahlbr

Subclass: **Lecanoromycetidae**

Ordo: **Caliciales**

Famili: **Caliciaceae**

Famili: **Physciaceae**

Ordo: **Lecanorales** Nannf

Famili: **Lecanoraceae**

Famili: **Parmeliaceae**

Famili: **Pilocarpaceae**

Famili: **Psoraceae**

Famili: **Ramalinaceae**

Famili: **Stereocaulaceae**

Famili: **Tephromolataceae**

Ordo: **Lecanorales**

Famili: **Cladoniaceae**

Ordo: **Rhizocarpales**

Famili: **Rhizocarpaceae** M. Choisy
ex Hafellner

Ordo: **Teloschistales**

Famili: **Teloschistaceae** Zahlbr

Famili: **Megalosprosaceae**

Subclass: **Ostropomycetidae**

Ordo: **Ostropales** Nannf

Famili: **Gomphillaceae** W. Watson
ex Hafellner

Famili: **Graphidaceae** Dumort

Famili: **Stictidaceae** Fr.

Ordo: **Pertusariales** M. Choisy ex D.

Hawksw. & O.E. Erikss

Famili: **Megasporaceae**

Famili: **Microcaliciaceae**

Ordo: **Pertusariales**

Famili: **Pertusariaceae**

Class: **Leotiomyces**

Subclass: **Leotiomycetidae**

Ordo: **Helotiales** Nannf

Famili: **Helotiaceae** Rehm

Famili: **Hyaloscyphaceae** Nannf

Famili: **Sclerotiniaceae** Whetzel ex
Whetzel

Class: **Lichinomyces**

Subclass: **Lichinomycetidae**

Ordo: **Lichinales** Henssen & Büdel

Famili: **Lichinaceae** Nyl

Class: **Sordariomyces**

Subclass: **Hypocreomycetidae** O.E. Erikss. &
Winka

Ordo: **Coronophorales**

Famili: **Nitschkiaceae** (Fitzp.) Nannf

Ordo: **Hypocreales** Lindau

Famili: **Bionectriaceae** Samuels &
Rossmann

Famili: **Clavicipitaceae** (Lindau)
Earle ex Rogerson

Famili: **Cordycipitaceae**

Famili: **Hypocreaceae** De Not

Famili: **Nectriaceae** Tul. & C. Tul

Famili: **Niessliaceae** Kirschst

Subclass: **Sordariomycetidae** O.E. Erikss. &

Winka

Ordo: **Chaetosphaeriales** M.E. Berr

Famili: **Chaetosphaeriaceae** Munk

Ordo: **Coniochaetales**

Famili: **Coniochaetaceae** Malloch &
Cain

Ordo: **Sordariales** Chad. ex D. Hawksw. &
O.E. Erikss

Famili: **Helminthosphaeriaceae**
Samuels, Candoussau & Magní

Subclass: **Xylariomycetidae**

Ordo: **Xylariales** Nannf

Famili: **Hyponectriaceae** Petr

Famili: **Xylariaceae** Tul. & C. Tul

Division: **Basidiomycota**

Subdivision: **Pucciniomycotina**

Class: **Agaricostilbomycetes**

Ordo: **Agaricostilbales**

Famili: **Chionosphaeraceae**

Famili: **Agaricostilbaceae**

Famili: **Kondoaceae**

Ordo: **Spiculogloeales**

Class: **Cystobasidiomycetes**

Ordo: **Cystobasidiales**

Famili: **Cystobasidiaceae**

Subdivision: **Agaricomycotina**

Class: **Tremellomycetes**

Ordo: **Filobasidiales**

Famili: **Filobasidiaceae**

Ordo: **Tremellales**

Famili: **Crcinomycetacea**

Famili: Cuniculitremaeae

Famili: Hyaloriaceae

Famili: Phragmoxenidiaceae

Famili: Rhynchogastremataceae

Famili: Sirobasidiaceae

Famili: Tetragoniomycetaceae

Famili: Tremellaceae

Famili: Trichosporonaceae

Ordo: Cystofilobasidiales

Famili: Cystofilobasidiaceae

Class: Agaricomycetes

Ordo: Cantharellales

Famili: Aphelariaceae

Famili: Botryobasidiaceae

Famili: Cantharellaceae

Famili: Ceratobasidiaceae

Famili: Clavulinaceae

Famili: Hydnaceae

Famili: Tulasnellaceae

Ordo: Corticiales

Famili: Corticiaceae

Ordo: Hymenochaetales

Famili: Hymenochaetaceae

Ordo: Russulales

Famili: Peniophoraceae

Subclass: Agaricomycetidae

Ordo: Agaricales

Famili: Clavariaceae

Famili: Hygrophoraceae

Famili: Tricholomataceae

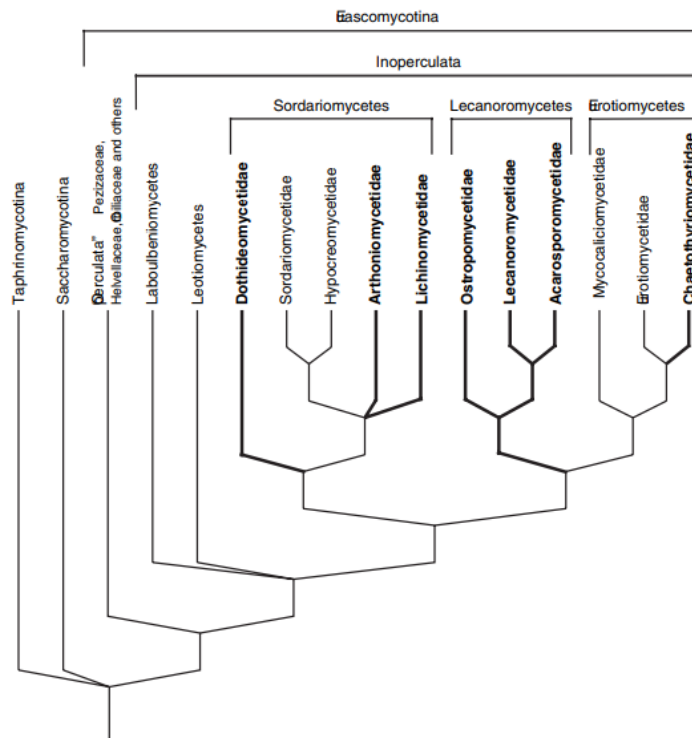
Ordo: Atheliales

Famili: Atheliaceae

Ordo: **Boletales**

Famili: Coniophoraceae

Menurut (Nash, 2008) cladogram (Gambar 2.10) mengenai *Lichenes* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.12 Cladogram *Lichenes*
(Sumber: Nash, 2008)

Pengelompokan *Lichenes* lainnya, didasarkan pada aspek-aspek seperti komponen cendawan yang menyusunnya, alga yang menyusun *thallus*, tipe *thallus* dan kejadiannya.

Lichenes diklasifikasikan menurut cendawan yang menyusunnya dan dibedakan dalam dua kelas, yaitu:

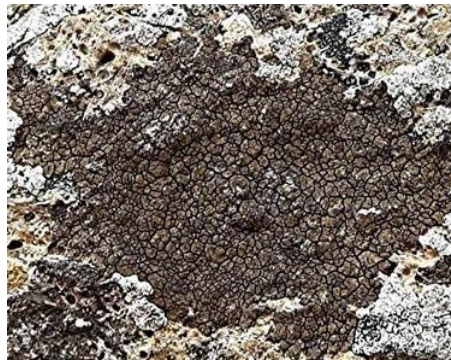
- 1) Kelas Ascolichenes
- a) *Pyrenomucetales*

Menurut Laksono (2016) *Pyrenomucetales* dapat menghasilkan tubuh buah berupa perisetium yang berumur pendek dan dapat hidup secara bebas, contohnya adalah *Dermatocarpon miniatum* (Gambar 2.13) dan *Verrucaria*

nigrescens (Gambar 2.14).



Gambar 2.13 Lichenes dengan tipe *Pyrenomucetales Dermatocarpon minutum* (Sumber: Laksono, 2016)



Gambar 2.14 Lichenes dengan tipe *Pyrenomucetales Verrucaria nigrescens* (Sumber: Laksono, 2016)

b) *Discomycetales*

Menurut Laksono (2016) *Discomycetales* dapat membentuk tubuh buah berupa aporetium. Aporietium pada *Lichenes* jenis ini memiliki umur panjang, bersifat seperti tulang rawan dan mempunyai aksus yang berdinding tebal, contoh dari jenis ini adalah *Usnea australis* yang memiliki bentuk seperti semak kecil yang banyak terdapat pada pohon-pohon dan bebatuan yang terdapat di dalam hutan, lebih-lebih di daerah pegunungan (Gambar 2.15), dan *Parmelia sulcata* yang berbentuk seperti lembaran-lembaran kulit dan dapat hidup pada pohon-pohon dan batu-batu (Gambar 2.16).



Gambar 2.15 *Lichenes* dengan tipe *Discomycetales Usnea australis*
(Sumber: Laksono, 2016)

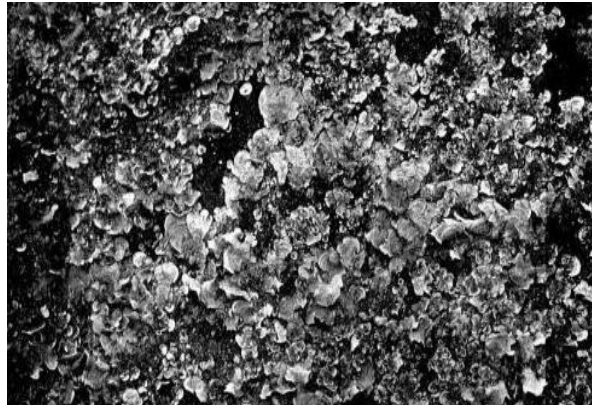


Gambar 2.16 *Lichenes* dengan tipe *Discomycetales Parmelia sulcata*
(Sumber: Laksono, 2016)

2) Kelas Basidiolichenes

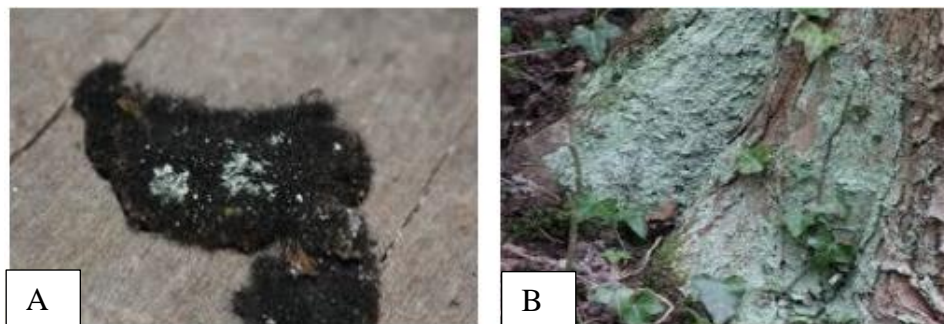
Kebanyakan *Lichenes* yang termasuk kelas Basidiolichenes ini mempunyai *thallus* yang berbentuk seperti lembaran-lembaran. Pada tubuh buah *Lichenes* jenis ini terbentuk lapisan himenium yang mengandung basidium, yang sangat menyerupai tubuh buah *Hymenomyetales*, contohnya adalah *Cora pavonia* (Gambar 2.17). *Lichenes* dipisahkan dari fungi dan dijadikan suatu golongan yang berdiri sendiri. Berasal dari jamur *Basidiomycetes* dan alga *Mycophyceae* (Laksono, 2016).

Menurut Laksono (2016) yang termasuk kedalam kelompok Basidiomycetes yaitu dari famili : *Thelephoraceae* dengan tiga genus *Cora*, *Corella* dan *Dyctionema*. *Mycophyceae* berupa filament yaitu *Scytonema*, dan tidak berbentuk filamen yaitu *Chroococcus*.



Gambar 2.17 *Lichenes* dengan tipe Basidiolichenes *Cora pavonia*
(Sumber: Laksono, 2016)

Selain golongan Kelas Ascolichenes dan juga Kelas Basidiolichenes, *Lichenes* memiliki golongan lain tersendiri, yang dinamakan dengan golongan *Lichenes Imperfecti* atau biasa disebut golongan Deuterolichens. Golongan ini tidak membentuk spora fungi dan *thallus* nya tersusun dari hifa atau massa padat yang seringkali terlihat menyerupai sebuk atau bubuk pada substrat yang ditumbuhinya, sebagaimana yang dicontohkan pada Gambar 2.18 (*Cystocoleus*, *Lepraria*) (Laksono, 2016).



Gambar 2.18 *Lichenes* dengan tipe Deuterolichens
a) *Cystocoleus*; dan b) *Lepraria*
(Sumber: Fithri, 2017)

2.1.1.4 Habitat dan Persebaran *Lichenes*

Menurut Muvidha (2020) Tumbuhan *Lichenes* dapat hidup di dataran rendah, pantai, pegunungan, hingga dataran tinggi. Keberadaan suatu jenis *Lichenes* sangat bergantung pada inangnya atau tempat tinggalnya. Namun, *Lichenes* tidak mengambil makanan dari organisme yang ditemelinya akan tetapi *Lichenes* mengambil makanannya dari atmosfer. Keberadaan *Lichenes* bergantung pada kelembapan atmosfer seperti hujan, kabut, dan embun yang dijadikan

sebagai modal pertumbuhan *Lichenes*. *Lichenes* dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang kekurangan air dalam waktu yang lama. *Lichenes* biasanya hidup dan menempel pada pepohonan, batu-batuan, permukaan tanah, semak beberapa properti yang dibuat manusia.

Lichenes biasanya lebih menyukai tempat dengan kelembaban berkisar antara 40-69%. Kelembaban dan intensitas cahaya juga mempengaruhi pertumbuhan *Lichenes*. Kelembaban udara yang tinggi menandakan bahwa wilayah tersebut memiliki kandungan air di udara yang tinggi. Air yang berada di udara akan diserap oleh *Lichenes* untuk dijadikan sebagai pertumbuhan *Lichenes*, sedangkan intensitas cahaya sangat diperlukan oleh *Lichenes* untuk proses fotosintesis (Muvidha, 2020).

Menurut Muvidha (2020) Persebaran tumbuhan *Lichenes* pada suatu daerah dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, kelembaban, curah hujan, topografi dan keberadaan suatu substrat sebagai tempat menempelnya tumbuhan *Lichenes*.

Berdasarkan habitatnya, *Lichenes* dapat dibedakan menjadi tiga kategori, diantaranya: Pertama saxicolous, saxicolous merupakan *Lichenes* yang hidup di batu/cadas pada suhu dingin. Contohnya seperti *Acarospora ceruina*, *A. fuscata*, *Aspicillia corcota*. Kedua corticolous, corticolous merupakan *Lichenes* yang dapat hidup di pohon yang berperan sebagai epifit, kebanyakan jenis corticolous hidup di daerah tropis dan subtropis dengan kelembaban yang tinggi. Contohnya *Usnea articulata*, *U. ceranita*, *U. hirta* dan *Artaria radiata*. Ketiga terricolous, terricolous merupakan *Lichenes* yang dapat hidup pada tanah. Contoh *Lichenes* dari jenis terricolous adalah *Cladonia ciliata*, *C. squamosa*, *C. uncialis*, *Peltigera canina*, *P. didactyla*, dan *Leptogium britanicum* (Muzayyinah, 2005) dalam (Roziaty, 2016).

Roziaty (2016) juga memperjelas mengenai pembagian kategori *Lichenes* berdasarkan atas substrat tempat tumbuhnya, diantara lain: Pertama corticolous, yaitu *Lichenes* yang dapat tumbuh di permukaan pohon, kedua follicolous, yaitu *Lichenes* yang dapat tumbuh di permukaan daun, ketiga saxicolous yaitu *Lichenes* yang tumbuh di permukaan batu, keempat terricolous yaitu *Lichenes* yang tumbuh

di tanah, dan yang kelima musicolous yaitu *Lichenes* yang dapat tumbuh dengan lumut atau bryophyta.

Menurut Suharno, *et al* (2021) pengelompokan *Lichenes* berdasarkan atas jenis fungi yang berasosiasi, diantaranya:

- 1) *Ascoliken*, merupakan kelompok *Lichenes* yang bersimbiosis dengan fungi, khususnya Ascomycota.
- 2) *Gymnocarpae*, merupakan kelompok *Lichenes* dengan badan buah berupa *apothecium*, contoh *Usnea*.
- 3) *Pyrenocarpae*, merupakan kelompok *Lichenes* dengan badan buah berupa *perithecium*, contohnya *Verrucaria*.
- 4) *Basidioliken*, merupakan kelompok *Lichenes* yang bersimbiosis dengan fungi Basidiomycota, contohnya *Dictyonema*.

Menurut Suharno, *et al* (2021) pengelompokan *Lichenes* berdasarkan distribusi komponen alga pada *thallus*, diantaranya:

- 1) *Thallus homomerus*, apabila sel alga dan hifa fungi terdistribusi secara merata pada *thallus*, contoh *Collema*.
- 2) *Thallus heteromerus*, apabila sel alga membentuk lapisan (stratifikasi) yang berbeda atau zona alga dan hifa fungi terdapat pada tapisan yang berbeda, contoh *Parmelia*.

2.1.1.5 Pengaruh Faktor Lingkungan bagi *Lichenes*

Putra, Ambarwati, Mubyrasih, & Alesti (2016) menyatakan bahwa ketinggian bersama faktor lain seperti iklim dan kesuburan tanah akan menentukan kekayaan spesies pada tingkat habitat.

Adapun pengertian dari faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan *Lichenes* adalah sebagai berikut;

1) Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan salah satu faktor utama yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan *Lichenes*, hal ini dikarenakan cahaya sangat berperan penting dalam proses fotosintesis yang akan dilakukan oleh alga (*photobiont*). Hasil dari fotosintesis tersebut berupa gula, yang akan dimanfaatkan oleh jamur (*mycobiont*). Daerah yang memiliki intensitas cahaya rendah atau kurang serta

daerah yang ternaungi maka *Lichenes* yang terdapat didalamnya pula memiliki jumlah yang sedikit (Roziaty, 2016).

2) Derajat Keasaman

Derajat Keasaman (pH) substrat dapat mempengaruhi kelimpahan *Lichenes* dalam suatu komunitas *Lichenes*. Batang dengan pH alkaline atau basa mampu sebagai buffer terhadap kadar asam dan mendukung suplai calcium pada *Lichenes* (Beckett, n.d.). Hal ini didukung oleh Zedda dan Rambold (2009) bahwa keanekaragaman *Lichenes* tinggi pada substrat yang memiliki pH tinggi (>7) atau basa dan keanekaragaman *Lichenes* rendah pada pH rendah (<7) atau asam (Fithri, 2017).

3) Ketinggian

Faktor ketinggian juga sangat berpengaruh pada pertumbuhan suatu tanaman karena faktor ketinggian sangat berhubungan erat dengan faktor lingkungan yang lain. Ketinggian suatu tempat sangat mempengaruhi iklim di dalamnya, terutama curah hujan dan suhu udara. Curah hujan sangat berkorelasi positif dengan ketinggian, sedangkan suhu udara sangat berkorelasi negatif dengan ketinggian (Laksono, 2016).

4) Suhu Udara

Faktor kondisi tempat tumbuh sangat berpengaruh terhadap nilai kerapatan *Lichenes* serta jumlah jenisnya. *Lichenes* memiliki kisaran toleransi suhu yang cukup luas. *Lichenes* dapat hidup baik pada suhu yang sangat rendah atau pada suhu yang sangat tinggi (Fithri, 2017).

Lichenes memiliki kisaran toleransi yang cukup luas, *Lichenes* dapat hidup baik pada suhu yang sangat rendah atau pada suhu yang sangat tinggi berkisar antara 18°C-28°C (Marianingsih, Amelia, & Nurhayati, 2017).

5) Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah banyaknya air di udara. Kelembaban udara ini terkait dengan suhu, semakin rendah suhu umumnya akan menaikkan kelembaban. Kelembaban udara sangat berpengaruh terhadap transpirasi, hal ini dikarenakan semakin rendah kelembaban udara maka transpirasi akan semakin tinggi (Laksono, 2016).

Kelembaban udara sangat penting dalam distribusi *Lichenes*. Ketika *thallus Lichenes* basah, *Lichenes* secara fisiologi aktif dan sensitif terhadap pencemaran udara dibandingkan ketika kering. *Lichenes* banyak ditemukan pada pohon yang berada dekat dengan sungai, diduga karena pengaruh kelembaban. Walaupun *Lichenes* tahan pada kekeringan dalam jangka waktu yang cukup panjang, namun *Lichenes* tumbuh dengan optimal pada lingkungan yang lembab. Keberadaan suatu komunitas *Lichenes* dapat menunjukkan tingkat kualitas udara (Fithri, 2017).

6) Kualitas Udara

Kualitas udara merupakan faktor penting terhadap keberadaan *Lichenes*. *Lichenes* akan hidup pada lingkungan dengan kualitas udara yang baik dan tidak tercemar, hal tersebut disebabkan karena berdasarkan morfologinya yang tidak memiliki kutikula memungkinkan zat pencemar dengan mudah masuk ke dalam *Thallus Lichenes* tanpa diseleksi. Sekali bahan pencemar ini diserap, maka akan diakumulasikan dan tidak disekresikan sehingga menghambat pertumbuhan *Lichenes* itu sendiri. Namun ada beberapa jenis *Lichenes* yang lebih toleran dapat mengakumulasi polutan dalam jumlah tertentu sampai batas konsentrasi yang masih dapat ditolerin (Fithri, 2017).

2.1.2 Bahan Ajar Biologi

Bahan ajar merupakan sebuah wadah atau tempat informasi yang dijadikan sebagai penunjang utama dalam pendidikan, hal ini dikarenakan bahan ajar dapat membantu proses belajar mengajar dalam sebuah pendidikan. Pernyataan tersebut sejalan dengan pendapat dari Magdalena, Sundari, Nurkamilah, Amalia, & Tangerang, (2020) Bahan ajar merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pendidikan. Melalui bahan ajar guru akan lebih mudah dalam melaksanakan pembelajaran dan siswa akan lebih terbantu dan mudah dalam belajar. Bahan ajar dapat dibuat dalam bentuk sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik materi ajar yang akan disajikan.

Penjelasan lain dikemukakan oleh Pannen, (1995) dalam Magdalena, Sundari, Nurkamilah, Amalia, & Tangerang, (2020) bahan ajar adalah bahan atau materi pelajaran yang disusun secara sistematis yang digunakan

guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Penjelasan serupa dijelaskan oleh Widodo dan Jasmadi dalam Lestari (2013) dalam Magdalena, Sundari, Nurkamilah, Amalia, & Tangerang, (2020) bahan ajar adalah seperangkat atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan yaitu mencapai kompetensi atau subkompetensi dengan segala kompleksitasnya.

Seels dan Richey dalam Supriadi (2015) menjelaskan bahwa sumber belajar adalah segala sumber pendukung untuk kegiatan belajar, termasuk sistem pendukung dan materi serta lingkungan pembelajaran. Sumber belajar bukan hanya alat dan materi yang dipergunakan dalam pembelajaran, tetapi juga meliputi orang, anggaran, dan fasilitas. Sumber belajar bisa termasuk apa saja yang tersedia untuk membantu seseorang belajar. Pendapat lain mengenai sumber belajar dikemukakan oleh Dageng dalam Supriadi (2015) adalah segala sesuatu yang berwujud benda dan orang yang dapat menunjang belajar sehingga mencakup semua sumber yang mungkin dapat dimanfaatkan oleh tenaga pengajar agar terjadi perilaku belajar.

Namun penggunaan bahan ajar juga tentunya tidak hanya dibatasi untuk pendidik maupun peserta didik saja tetapi dapat juga digunakan untuk oleh banyak orang yang memang memerlukan pengetahuan lebih dalam lagi mengenai hal-hal yang mereka ingin pelajari.

Berdasarkan pendapat-pendapat yang telah dikemukakan mengenai bahan ajar, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa bahan ajar merupakan sebuah wadah atau bentuk serta tempat informasi yang dijadikan sebuah penunjang dalam pembelajaran, sumber ajar juga dapat berbentuk dan berasal dari apapun yang kegunaannya tidak terbatas hanya pada satuan pendidikan formal saja. Selain itu, bahan ajar biologi ini berbentuk buku saku dan mencakup materi mengenai *Lichenes* serta membahas mengenai kompetensi dasar yang sinkron dengan pembahasan *Lichenes*.

Menurut Fithri (2017) Data terkait *Lichenes* sangat penting diketahui dan sangat bermanfaat, terutama dalam dunia pendidikan karena termasuk kedalam

materi “Fungi” yang dipelajari di SMA kelas X (Sepuluh), sebagaimana tercantum dalam kompetensi Dasar 3.6. yaitu menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan jamur berdasarkan ciri-ciri dan cara reproduksinya melalui pengamatan secara teliti dan sistematis dan 4.6. menyajikan data hasil pengamatan ciri-ciri dan peran jamur dalam kehidupan dan lingkungan dalam bentuk laporan tertulis. Selain itu didunia perkuliahan dimasukkan kedalam materi Botani Cryptogamae.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Padli (2018) mengenai morfologi dan keanekaragaman *Lichenes* berdasarkan ketinggian di kawasan Gunung Galunggung Kabupaten Tasikmalaya, dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa total jenis *Lichenes* yang ditemukan di tiga stasiun pengamatan sebanyak 12 jenis. Berdasarkan morfologi *thallus*, sebanyak enam jenis termasuk tipe crustose, lima jenis termasuk tipe foliose, dan satu jenis termasuk tipe fruticose. Komposisi jenis di semua stasiun pengamatan didominasi oleh jenis *Graphis sp.* Nilai indeks keanekaragaman dari stasiun satu, dua, dan tiga semakin menurun, masing-masing yaitu 1,96; 1,51; dan 1,15. Dimana hal tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman *Lichenes* di suatu habitat tidak dipengaruhi oleh ketinggian.

Penelitian lain dilakukan Roziaty (2016) mengenai *Lichenes* di sekitar Kawasan Gunung Gunitir, telah ditemukan sebanyak 20 jenis *Lichenes* dari 15 famili yang berbeda, meliputi famili Athiniaceae, Cliciaceae, Candelariaceae, Chrysothriceae, Collemataceae, Graphidaceae, Lecanoraceae, Opegraphaceae, Ophioparmaceae, Parmeliaceae, Phlyctidaceae, Pyrenulaceae, Ramalinaceae, dan Stereocaulaceae. Jenis *Lichenes* yang ditemukan di kawasan Gunung Gunitir ini memiliki tipe *thallus* yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa *Lichenes* di tempat ini memiliki kelimpahan spesies tumbuhan *Lichenes*.

Sedangkan pada daerah kawasan Taman Hutan Raya Raden Soerjo Malang, tepatnya pada lokasi Cangar, Lemah Abang, dan Coban Teyeng ditemukan *Lichenes* dari 2 family yakni, Phisciaceae dan Lobariaceae. Spesies

yang ditemukan dari family Phisciaceae terdiri dari 2 genus yakni genus *Heterodermia* dengan 7 spesies yang ditemukan dan *Physcia* dengan 1 spesies, sedangkan dari family Lobariaceae juga ditemukan dari 2 genus yakni genus *Pseudocyphellaria*, dengan 3 spesies yang ditemukan dan *Sticta* dengan 1 spesies yang ditemukan (Roziaty, 2016).

Adapun berdasarkan penelitian lain yang telah dilakukan oleh (Mafaza et al., 2019) mengenai *Lichenes*, disebutkan pada hasil penelitian di tiga stasiun pengamatan, terdapat 18 spesies *Lichenes* yang ditemukan disana, 13 spesies yang berhasil teridentifikasi sedangkan 5 spesies yang belum teridentifikasi. Komposisi jenis *Lichenes* di Kampus Undip Tembalang memiliki jumlah spesies paling banyak daripada kedua stasiun pengamatan lainnya, yaitu ditemukan 17 jenis *Lichenes*, *Lichenes* yang ditemukan di ketiga stasiun pengamatan sebanyak 8 famili. Sebagian besar *Lichenes* yang ditemukan termasuk ke dalam famili Parmeliaceae, yakni terdapat 4 spesies yang ditemukan, jenis *Lichenes* yang ditemukan pada ketiga stasiun penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 72% berasal dari tipe *thallus* crustose, sedangkan 28% berasal dari tipe *thallus* foliose, jenis-jenis spesies *Lichenes* yang dapat dijumpai pada ketiga stasiun pengamatan adalah *Dirinaria spp.*, *Arthonia sp.*, dan *Lepraria incana*.

2.3 Kerangka Konseptual

Gunung Galunggung merupakan gunung yang termasuk ke dalam pemerintahan Kecamatan Sukaratu Kabupaten Tasikmalaya, terletak sekitar ± 17 km dari pusat kota Tasikmalaya dan ± 8 km dari Ibukota Kabupaten Tasikmalaya. Galunggung memiliki ketinggian 2.168 meter di atas permukaan air laut atau 1.820 meter dari daratan Kota Tasikmalaya dengan letak astronomis berada pada titik koordinat 7.25° - $7^{\circ}15'0''$ LS dan $108,058^{\circ}$ - $108^{\circ}3'30''$ BT, Gunung Galunggung juga merupakan gunung yang masih menyimpan banyak keanekaragaman flora didalamnya, dimana salah satu organisme yang banyak terdapat di kawasan Gunung Galunggung adalah *Lichenes*.

Lichenes sendiri merupakan asosiasi simbiotik antara mikroorganisme fotosintetik dan fungi. *Lichenes* tumbuh pada permukaan batu, batang kayu yang

membusuk, pepohonan, dan atap dalam berbagai bentuk. Salah satu faktor yang mempengaruhi bentuk *thallus* adalah substrat tumbuhnya. Jenis *thallus* crustose merupakan jenis paling sering dijumpai karena mampu melekat pada berbagai substrat.

Berdasarkan habitatnya, *Lichenes* dapat dibedakan menjadi tiga kategori, diantaranya: Pertama saxicolous, saxicolous merupakan *Lichenes* yang hidup di batu/cadas pada suhu dingin. Contohnya seperti *Acarospora ceruina*, *A. fuscata*, *Aspicillia corcota*. Kedua corticolous, corticolous merupakan *Lichenes* yang dapat hidup di pohon yang berperan sebagai epifit, kebanyakan jenis corticolous hidup di daerah tropis dan subtropis dengan kelembaban yang tinggi. Contohnya *Usnea articulata*, *U. ceranita*, *U. hirta* dan *Artaria radiata*. Ketiga terricolous, terricolous merupakan *Lichenes* yang dapat hidup pada tanah. Contoh *Lichenes* dari jenis terricolous adalah *Cladonia ciliata*, *C. squamosa*, *C. uncialis*, *Peltigera canina*, *P. didactyla*, dan *Leptogium britannicum*.

Selain itu berdasarkan atas substrat tempat tumbuhnya, *Lichenes* dibagi menjadi beberapa, diantaranya: Pertama Corticolous (*Lichenes* yang tumbuh di permukaan pohon), Kedua Follicolous (*Lichenes* yang dapat tumbuh di permukaan daun), Ketiga Saxicolous (*Lichenes* yang tumbuh di permukaan batu), Keempat Terricolous (*Lichenes* yang tumbuh di tanah), dan Kelima Musicolous (*Lichenes* yang dapat tumbuh dengan lumut).

Adapun jenis *Lichenes* yang umum ditemukan di Indonesia terbagi menjadi beberapa tipe bentuk yaitu *Lichenes* berbentuk foliose, *Lichenes* berbentuk fruticose, *Lichenes* berbentuk crustose serta *Lichenes* berbentuk squamulose. Adapun hasil ataupun *output* dari penelitian yang dilakukan ini yaitu dalam bentuk buku saku yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan ajar baik disekolah ataupun dikampus.

Dikarenakan kegiatan inventarisasi *Lichenes* sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Asep Darul Padli di beberapa stasiun di kawasan Gunung Galunggung. Maka, berdasarkan uraian tersebut solusi yang akan peneliti dilakukan adalah melakukan inventarisasi jenis-jenis *Lichenes* di tiga lokasi atau stasiun yang telah ditentukan serta belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya

oleh peneliti terdahulu. Kemudian, melakukan dokumentasi tertulis mengenai indeks keanekaragaman, indeks pemerataan, indeks kekayaan jenis dan indeks dominansi *Lichenes* di kawasan Gunung Galunggung. Hasil dari penelitian ini akan dihibahkan dalam bentuk bahan ajar yaitu buku saku untuk bidang pendidikan sebagai bahan ajar biologi.

2.4 Pertanyaan Penelitian

- 1) Bagaimana keanekaragaman *Lichenes* yang terdapat di sekitar kawasan Gunung Galunggung ?
- 2) Bagaimana karakteristik *Lichenes* yang terdapat di sekitar kawasan Gunung Galunggung ?
- 3) Bagaimana pemanfaatan hasil penelitian mengenai studi keanekaragaman *Lichenes* di kawasan Gunung Galunggung sebagai bahan ajar biologi ?