

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Gua**

Gua merupakan sebuah bentukan alami berupa ruangan di bawah tanah yang berdiri sendiri maupun saling terhubung dengan ruangan-ruangan lainnya sebagai proses pelarutan oleh air maupun aktivitas geologi. Gua merupakan laboratorium alami yang banyak terdapat di daerah kars. Gua memiliki lingkungan yang unik dan rentan terhadap perubahan, kondisi yang khusus ini membedakannya dengan lingkungan yang lain. Salah satu kondisi spesifik adalah intensitas cahaya matahari yang sangat rendah atau bahkan tidak ada cahaya sama sekali dan kelembaban yang selalu tinggi serta konstan sepanjang tahun dengan fluktuasi temperatur yang rendah (Rahmadi Cahyo, 2008).

Sifat yang dimiliki oleh ekosistem di dalam gua sangatlah spesifik dan berbeda dengan ekosistem lainnya. Ekosistem gua memerlukan masuknya energi secara periodik. Pada umumnya suatu komunitas bersifat berdiri sendiri (relatif independen) yang menghasilkan energi dan mempertahankan hidupnya. Karakter gua yang spesifik adalah keragaman habitat, yaitu seragam dalam kegelapan, kelembaban yang tinggi, variasi temperatur yang kecil mendekati

rata-rata tahunan lokal dan hampir tidak adanya aliran udara (Moore dan Sullivan, 1978).

Sistem gua biasanya terdapat lorong aktif, lorong vadose, dan lorong fosil yang ditentukan berdasarkan keberadaan aliran air (Culver, 1982). Lorong aktif sama dengan gua aktif yang dapat ditemukan aliran air dan pembentukan ornamen gua masih berjalan. Lorong vadose adalah lorong gua yang seluruh lorongnya dipenuhi oleh air dan untuk melewatinya memerlukan teknik khusus. Sedangkan lorong fosil adalah lorong yang biasanya berada dibagian atas lorong aktif dan lorong vadose. Lorong ini sudah tidak mempunyai aliran air karena turunnya permukaan air. Kondisi lorong yang berbeda-beda sangat menentukan kekayaan fauna di dalam gua karena variasi habitat berkorelasi positif dengan keanekaragaman flora dan fauna gua (Poulson dan Culver, 1967).

Salah satu kawasan karst yang ada di Indonesia adalah karst Gunung Sewu yang membentang dari Kabupaten Gunung Kidul sampai Pacitan (Jawa Timur). Karst Gunung Sewu dinilai memiliki keunikan yang diakui secara internasional, sehingga pada tahun 1994 secara aklamasi diusulkan sebagai bentukan alam warisan dunia (*World Natural Heritage*) oleh *International Union of Speleology* (<http://dc442.4shared.com/doc/3FjZilVJ/preview.html>).

Gua Semuluh merupakan salah satu gua kawasan karst Gunung Sewu yang terletak di Desa Semuluh, Kecamatan Semanu, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Gua Semuluh memiliki kondisi lingkungan yang relatif

lembab yang disebabkan oleh intensitas cahaya yang rendah. Di dalam Gua Semuluh terdapat aliran air sungai bawah tanah yang tak pernah surut yang mendukung kelembaban udara di gua ini. Kondisi lingkungan di gua ini relatif lembab yang disebabkan oleh intensitas cahaya yang rendah. Sehingga kondisi ini mendukung untuk pertumbuhan dan kehidupan tumbuhan lumut.

## **2. Keanekaragaman Jenis (spesies)**

Keanekaragaman atau biodiversitas adalah bermacam-macam makhluk hidup (organisme) yang ada di bumi. Menurut Sudarsono dkk, keanekaragaman jenis adalah variasi jenis di dalam suatu daerah. Keanekaragaman ditekankan pada penutupan, frekuensi, nilai penting, dan indeks diversitas (Sudarsono, dkk).

Keanekaragaman tingkat jenis merupakan variasi yang terjadi pada tingkat individu sebagai akibat pengaruh keanekaragaman gena-gena yang membentuk genotip individu-individu itu. Keanekaragaman tingkat jenis individu yang satu dengan individu yang lainnya memiliki persamaan dan perbedaan. Makin banyak persamaannya atau makin sedikit perbedaannya, makin dekat kekerabatannya, dan sebaliknya. Untuk melihat jauh dekatnya kekerabatan suatu organisme satu dengan organisme lainnya, para ahli membuat sistem pengelompokan-pengelompokan atau klasifikasi yang disebut tingkatan takson. Ilmu yang khusus mempelajari pengelompokan atau klasifikasi organisme ini disebut Taksonomi.

Pembagian kelompok takson dari kelompok besar sampai ke kelompok yang lebih khusus atau tingkat jenis, secara garis besar dan berurutan ditulis sebagai berikut : Kingdom – Divisi – Kelas – Bangsa – Suku – Marga – Spesies.

Setiap takson diberi nama tertentu. Sistem penanaman takson untuk klasifikasi tumbuhan lebih teratur daripada klasifikasi hewan, karena setiap nama golongannya memiliki akhiran tertentu. Perbedaan nama ilmiah untuk setiap takson adalah didasarkan kepada banyak sedikitnya karakter persamaan dan perbedaan dalam identifikasi dan deskripsi dari organisme itu. Karakter organisme mencakup warna, bentuk, tekstur, alat reproduksi, dan ciri lainnya.

### **3. Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)**

Lumut merupakan kelompok tumbuhan yang telah beradaptasi dengan lingkungan darat. Kelompok tumbuhan ini penyebarannya menggunakan spora dan telah mendiami bumi semenjak kurang lebih 350 juta tahun yang lalu. Pada masa sekarang ini *Bryophyta* dapat ditemukan di semua habitat kecuali di laut (Gradstein, 2003).

Dalam skala evolusi lumut berada di antara ganggang hijau dan tumbuhan berpembuluh (tumbuhan paku dan tumbuhan berbiji). Persamaan antara ketiga tumbuhan tersebut adalah ketiganya mempunyai pigmen fotosintesis berupa klorofil A dan B, dan pati sebagai cadangan makanan utama (Hasan dan Ariyanti, 2004).

Perbedaan mendasar antara ganggang dengan lumut dan tumbuhan berpembuluh telah beradaptasi dengan lingkungan darat yang kering dengan mempunyai organ reproduksi (*gametangium* dan *sporangium*), selalu terdiri dari banyak sel (multiseluler) dan dilindungi oleh lapisan sel-sel mandul, zigotnya berkembang menjadi embrio dan tetap tinggal di dalam *gametangium* betina. Oleh karena itu lumut dan tumbuhan berpembuluh pada umumnya merupakan tumbuhan darat tidak seperti ganggang yang kebanyakan akuatik (Gembong Tjitrosoepomo, 1989).

Lumut dapat dibedakan dari tumbuhan berpembuluh terutama karena lumut (kecuali *Polytrichales*) tidak mempunyai sistem pengangkut air dan makanan. Selain itu lumut tidak mempunyai akar sejati, lumut melekat pada substrat dengan menggunakan *rhizoid*. Siklus hidup lumut dan tumbuhan berpembuluh juga berbeda (Hasan dan Ariyanti, 2004).

Tumbuhan berpembuluh yang merupakan tumbuhan sesungguhnya, di alam merupakan generasi aseksual (*sporofit*), sedangkan generasi *gametofitnya* sangat tereduksi. Sebaliknya pada lumut, tumbuhan sesungguhnya merupakan generasi seksual (*gametofit*). Sporofit lumut sangat tereduksi dan selama perkembangannya melekat dan hidupnya tergantung pada gametofit. Hal ini dikarenakan sporofit tidak mempunyai daun sebagai tempat fotosintesis untuk menghasilkan makanan. Sehingga sumber makanan untuk menunjang kehidupannya masih bergantung pada gametofit (Polunin, 1990).

*Bryophyta* adalah sebuah divisi tumbuhan darat yang jelas batasannya dan tidak memiliki hubungan kekerabatan erat dengan tumbuhan lain dari dunia tumbuhan. Sebagian besar *Bryophyta* berukuran kecil, yang terkecil hampir tidak tampak dengan bantuan lensa, sedangkan yang terbesar tidak pernah lebih dari 50 mm tingginya atau panjangnya. Lumut ini lazim terdapat pada pohon, batu, kayu gelondongan, dan di tanah pada setiap bagian dunia dan pada hampir semua habitat kecuali di laut. Tumbuhan ini hidup subur dan banyak sekali dijumpai pada lingkungan yang lembab. Hal ini dikarenakan reproduksi tumbuhan lumut sangat memerlukan air. Tanpa air organ reproduksinya tidak dapat masak atau pecah. Air dapat berasal dari tetes hujan dan juga tetes embun. Meskipun menyukai habitat yang lembab, *Bryophyta* terutama merupakan tumbuhan darat, dan yang tumbuh di air tawar hanya merupakan adaptasi sekunder terhadap kehidupan air (Loveless, 1983: 58).

#### **4. Morfologi Tumbuhan Lumut**

Tumbuhan lumut berwarna hijau karena mempunyai sel-sel dengan plastida yang menghasilkan klorofil a dan b. Lumut bersifat autotrof dan merupakan tumbuhan peralihan antara tumbuhan lumut berkormus dan bertalus. Lumut dapat beradaptasi untuk tumbuh di tanah, belum mempunyai jaringan pengangkut, sudah memiliki sel yang terdiri dari selulosa (Najmi Indah, 2009:47).

Struktur tubuh tumbuhan lumut :

a. Batang apabila dilihat secara melintang akan tampak susunan sebagai berikut :

- 1) Selapis sel kulit, beberapa sel diantaranya membentuk rizoid-rizoid epidermis.
- 2) Lapisan kulit dalam (korteks), silinder pusat yang terdiri sel-sel parenkimatik yang memanjang untuk mengangkut air dan garam, belum terdapat floem dan xilem.
- 3) Silinder pusat yang terdiri dari sel-sel parenkim yang memanjang dan berfungsi sebagai jaringan pengangkut.

b. Daun tersusun atas satu lapis sel.

Sel-sel daunnya kecil, sempit, panjang, dan mengandung kloroplas yang tersusun seperti jala. Lumut hanya dapat tumbuh memanjang tetapi tidak membesar, karena tidak ada sel berdinding sekunder yang berfungsi sebagai jaringan penyokong.

c. Rizoid

Rizoid terdiri dari selapis sel kadang dengan sekat yang tidak sempurna, bentuk seperti benang sebagai akar untuk melekat pada tempat tumbuhnya dan menyerap garam-garam mineral.

d. Sporofit

Sporofit terdiri atas bagian-bagian :

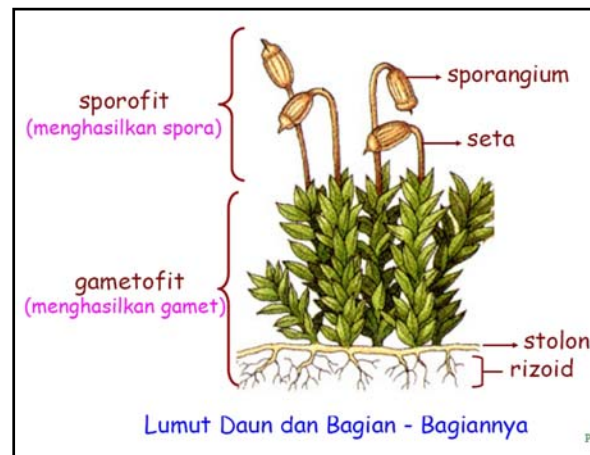
- (1) Vaginula : kaki yang dilindungi oleh sisa arkegonium.

- (2) Seta : tangkai
- (3) Apofisis : ujung seta yang membesar yang merupakan peralihan dari tangkai dan sporangium.
- (4) Sporangium : kotak spora
- (5) Kaliptra : tudung yang berasal dari tudung arkegonium sebelah atas.

e. Gametofit

Gametofit terdiri atas :

- (1) Anteridium (sel kelamin jantan) berbentuk gada yang menghasilkan sperma.
- (2) Arkegonium (sel kelamin betina) berbentuk botol yang menghasilkan sel telur.



Gambar 2.1. Struktur Tumbuhan Lumut Daun  
(Sumber : <http://harsiwi89.wordpress.com>)



## 5. Perkembangbiakan Tumbuhan Lumut

Reproduksi lumut bergantian antara fase seksual dan aseksual melalui pergiliran keturunan atau metagenesis. Metagenesis merupakan pergantian antara fase vegetatif (generasi sporofit = penghasil spora) dan fase generatif (generasi gametofit = penghasil gamet). Reproduksi aseksual dengan spora haploid yang dibentuk dalam sporofit.

### a. Reproduksi Vegetatif

Perkembangbiakan secara vegetatif dapat terjadi dengan banyak cara, antara lain :

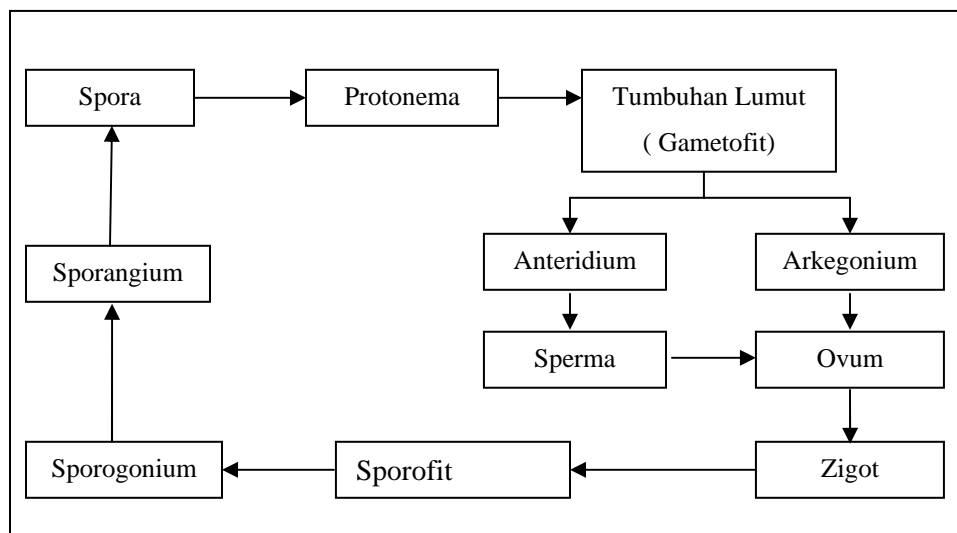
- (1) Membentuk tunas pada pangkal batang dan selanjutnya tunas terlepas dan berkembang menjadi individu baru.
- (2) Membentuk stolon
- (3) Batang lumut yang bercabang-cabang mati, lalu cabangnya tumbuh dan berkembang menjadi individu baru.
- (4) Protonema primer membentuk individu baru.
- (5) Protonema putus-putus menjadi banyak protonema
- (6) Membentuk kuncup

### b. Reproduksi generatif

Tumbuhan lumut ini mengalami pergiliran keturunan dalam daur hidupnya. Tumbuhan lumut yang sering kita jumpai merupakan bagian perkembangan lumut pada tahap gametofit (tumbuhan penghasil gamet) yang haploid. Sel-sel kelamin jantan (sel sperma) dihasilkan dari

anteridium dan sel-sel kelamin betina betina (sel telur atau ovum) terletak di dalam arkegonium. Anteridium yang masak akan melepaskan sel-sel sperma dan akan jatuh ke dalam arkegonium. Sel-sel sperma berenang (pembuahan terjadi apabila kondisi lingkungan basah) menuju arkegonium untuk membuahi ovum.

Ovum yang terbuahi akan tumbuh menjadi sporofit. Sporofit ini diploid dan berusia pendek (3-6 bulan untuk mencapai tahap pemasakan). Sporofit akan membentuk kapsula yang disebut sporogonium pada bagian ujung. Sporogonium berisi spora haploid yang dibentuk melalui pembelahan meiosis. Sporogonium masak akan melepaskan spora. Spora tumbuh menjadi suatu berkas-berkas yang disebut protonema. Berkas-berkas ini tumbuh meluas dan pada tahap tertentu akan menumbuhkan gametofit baru (Raven, *et.al* 1986:298).



Gambar 2.2. Siklus Pergiliran Keturunan Tumbuhan Lumut  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

## 6. Klasifikasi Lumut

Divisi *Bryophyta* dibagi menjadi tiga kelas, yaitu lumut hati (*Hepaticopsida*), lumut tanduk (*Anthocerotopsida*), dan lumut sejati (*Bryopsida*) (Siti Sutarni Tjitrosomo, 1984: 76)

### a. Lumut Hati (*Hepaticopsida*)

*Hepaticopsida* dikenal sebagai lumut hati. Lumut hati banyak ditemukan menempel di bebatuan, tanah, atau dinding tua yang lembab. Bentuk tubuhnya berupa lembaran mirip bentuk hati dan banyak lekukan. Tubuhnya memiliki struktur yang menyerupai akar, batang, dan daun. Hal ini menyebabkan banyak yang menganggap kelompok lumut hati merupakan kelompok peralihan dari tumbuhan *Thallophyta* menuju *Cormophyta*.

Tumbuhan ini biasanya terdiri atas tumbuhan berukuran relatif kecil yang dapat melakukan fotosintesis, meskipun selalu bersifat multiseluler dan tampak dengan mata bugil. Lumut hati dapat dibedakan dalam dua bentuk utama yang bersifat tipis, pipih, yang merayap dan cenderung membentuk percabangan berulang kali yang sama besar, dan yang bersifat mirip kormus, terdiri atas sumbu pokok merayap yang panjangnya dapat mencapai beberapa inci yang mempunyai bagian-bagian rumit mirip daun. Bagian-bagian yang seperti daun ini hanya setebal satu sel dan tidak mempunyai rusuk tengah; biasanya tersusun dalam dua baris, terletak pada kedua sisi sumbu yang biasanya berbaring,

dengan biasanya terdapat deretan ketiga yang terdiri dari cuping-cuping yang lebih kecil di sepanjang sisi bawah sumbunya.

Tubuhnya terbagi menjadi dua lobus sehingga tampak seperti lobus pada hati. Berkembang biak secara generatif dengan oogami, dan secara vegetatif dengan fragmentasi, tunas, dan kuncup eram. Lumut hati melekat pada substrat dengan rizoid uniseluler (Hasan dan Ariyanti, 2004).

Pada kebanyakan lumut talus selain rizoid juga dijumpai sisik-sisik. Sporofit pada kelompok lumut ini hidupnya hanya sebentar, lunak dan tidak berklorofil. Spora yang telah masak dikeluarkan dari kapsul dengan cara kapsul pecah menjadi 4 bagian memanjang atau lebih (Gradstein, 2003).

Pada *Marchantia polymorpha*, gametofit membentuk anteridium dan arkegonium yang berbentuk seperti payung, sporofit pertumbuhannya terbatas karena tidak mempunyai jaringan meristematik. Anteridium terpancang pada permukaan atas, bentuknya seperti cakram. Dasar bunga betina agak melebar dan berbentuk payung, dengan cuping berbentuk jari, umumnya berjumlah 9. Arkegonium tumbuh pada alur-alur di antara cuping-cuping dengan leher menekuk ke bawah.

Gametofit dalam kelompok Hepaticopsida berdasarkan bentuk tubuhnya dapat dikelompokkan menjadi 2 tipe, yaitu tipe *frondose* (bertalus atau bersisik hijau atau berbentuk pita) dan *foliose* (berdaun)

yaitu tubuh terbagi menjadi bagian seperti batang dengan 2 baris atau 3 baris daun.

Tempat hidup pada tempat-tempat yang basah, untuk struktur tubuh yang *higromorf*. Pada tempat-tempat yang kering, untuk struktur tubuh yang *xeromorf* (alat penyimpan air). Sebagai epifit umumnya menempel pada daun-daun pepohonan dalam rimba di daerah tropika. Contoh lumut hati di antaranya adalah :

1) Bangsa *Marchantiales*

Sebagian lumut hati yang tergolong dalam bangsa ini mempunyai susunan talus yang agak rumit. Pada sisi bawah talus terdapat selapis sel-sel yang menyerupai daun yang dinamakan sisik-sisik perut atau sisik-sisik ventral. Selain itu pada sisi bawah talus terdapat rhizoid-rhizoid, yang bersifat fototrof negative dan dinding selnya mempunyai penebalan ke dalam yang bentuknya seperti sekat-sekat yang tidak sempurna.

Permukaan atas talus mempunyai lapisan kutikula, oleh sebab itu hampir tak mungkin dilalui oleh air. Jika dilihat dari atas, talus kelihatan berpetak-petak. Di bawah tiap-tiap petak di dalam talus terdapat suatu ruang udara, dan di tengah petak terdapat suatu liang udara yang meghubungkan ruang udara tadi dengan dunia luar. Contoh : *Marchantia stremanii*, *Marchantia polymorpha*, *Ricardia multifida* (L).S. Gray, *Riccia fluitans* dan *Riccia nutants*.

## 2) Bangsa *Jungermaniales*

Lumut hati yang kebanyakan kecil, hidup di atas tanah atau batang-batang pohon, di daerah tropika juga sebagai epifit pada daun pohon-pohonan dalam hutan. Bangsa ini meliputi  $\pm$  900 jenis dan merupakan 90% dari semua *Hepaticaceae*. Bentuk-bentuk tubuh yang masih sederhana sangat menyerupai *Marchantia*, talus berbentuk pita, sempit dan bercabang-cabang menggarpu. Sebaliknya ada pula yang rusuk tengah talusnya telah memberi kesan seperti batang dengan bagian-bagian talus ke samping yang telah menyerupai daun-daunan.

Kebanyakan *Jungerminales* telah mempunyai semacam batang yang bercabang-cabang banyak dan tumbuh dorsiventral. Pada bagian seperti batang itu terdapat dua baris semacam daun-daun kecil yang letaknya agak miring.

Bagian-bagian serupa daun kecil itu telah mempunyai ibu tulang, tetapi bagian yang serupa batang belum mempunyai berkas pembuluh pengangkutan. Contoh : *Calobryum mnioides*, *Calobryum blumei* dan *Haplomitrium*.

### b. Lumut Tanduk (*Anthoceropsida*)

*Anthoceropsida* atau lumut tanduk mempunyai gametofit bertalus dengan sporofit indeterminate dan berklorofil. Berbeda dengan *Bryophyta* lainnya, sel-sel talus *Anthocerpsida* mempunyai satu kloroplas besar pada

masing-masing selnya. Kapsul berbentuk silindris memanjang dimulai dari bagian ujung kapsul (Hasan dan Ariyanti, 2004).

Gametofit dari lumut ini berbentuk cakram, bersifat dorsiventral (dapat dibedakan antara bagian dorsal/punggung dan ventral/perut) dan tidak memiliki sisik. Di sini dijumpai adanya rhizoid yang halus seperti rambut. Jaringan penyusun talus bersifat homogen, memiliki kloroplas dengan pyrenoid besar di mana di dalam pirenoid terdapat beberapa granula. Organ seks tertanam pada jaringan gametofit di sisi dorsal. Pada bagian ventral gametofit dijumpai adanya stoma. Sporofit Kelas Anthoceropsida hanya terdiri atas kaki dan kapsul, dengan kata lain tidak memiliki seta di mana bentuk kapsul adalah silinder dengan panjang beberapa sentimeter. Pengamatan irisan melintang kapsul menunjukkan adanya kelompok sel – sel steril di tengah – tengah yang disebut kolumela. Kolumela dikelilingi oleh silinder berongga yang berisi elatera dan spora yang biasanya berupa tetra spora. Struktur elatera memanjang ke seluruh bagian kapsul. Di sebelah luar kapsul terdapat sel – sel epidermis (dinding kapsul), dan umumnya terdapat stomata. Sporofit tidak bertangkai dan mempunyai bentuk seperti tanduk, inilah yang membedakannya dengan sporofit Kelas Hepaticopsida.

Secara seksual, dengan membentuk anteridium dan arkegonium. Anteridium terkumpul pada suatu lekukan sisi atas talus arkegonium juga terkumpul pada suatu lekukan pada sisi atas talus. Zigot mula-mula

membelah menjadi dua sel dengan suatu dinding pisah melintang. Sel di atas terus membelah yang merupakan sporogonium diikuti oleh sel bagian bawah yang membelah terus-menerus membentuk kaki yang berfungsi sebagai alat penghisap, bila sporogonium masak maka akan pecah seperti buah polongan, menghasilkan jaringan yang terdiri dari beberapa deretan sel-sel mandul yang diselubungi oleh sel jaringan yang kemudian menghasilkan spora. Contoh lumut tanduk di antaranya yaitu :

1) Bangsa *Anthocerotales*

Contoh : *Anthoceros laevis*, *Anthoceros fusiformis* dan *Notothylus valvata*.

c. Lumut Daun (*Bryopsida*)

*Bryopsida* dikenal sebagai lumut daun atau lumut sejati, merupakan kelas yang terbesar dalam *Bryophyta*. Hampir semua anggotanya mempunyai gametofit yang telah terdiferensiasi sehingga dapat dibedakan bentuk-bentuk seperti batang, cabang dan daun. Sporofit *Bryopsida* berumur panjang, berwarna kecokelatan terdiri atas kaki yang berfungsi untuk menyerap nutrien dari gametofit, dan kapsul yang disangga oleh suatu tangkai disebut *seta*. Spora masak dibebaskan dari kapsul setelah operkulum (struktur semacam tutup pada kapsul) membuka secara perlahan-lahan melalui satu atau dua baris gigi-gigi yang disebut peristom (Mishler, *et al.*, 2003).



Masyarakat pada umumnya lebih mengenal lumut ini dibandingkan dengan lumut hati, karena tumbuhan tersebut tumbuh pada tempat agak terbuka dan bentuknya lebih menarik. Perbedaan yang jelas dibandingkan dengan lumut hati ialah adanya simetri radial, yaitu daunnya tumbuh pada semua sisi sumbu utama.

Daun-daun ini tidak seperti yang terdapat pada lumut hati yang merupakan karabatnya, biasanya mempunyai rusuk tengah dan tersusun pada batang mengikuti suatu garis spiral, yang panjangnya dapat bervariasi dari suatu bagian dari satu inci sampai satu kaki. Rusuk tengahnya mengandung sel-sel memanjang, dan suatu berkas di pusat batangnya biasanya mengandung sel-sel memanjang yang diduga berfungsi untuk mengangkut air dan zat-zat hara. Akar yang sesungguhnya tidak ada, tetapi pangkal batang pada kebanyakan tipe lumut daun mempunyai banyak sekali lumut-lumut daun untuk “bersauh”. Pada suatu golongan yang khas dan penting, yang dikenal sebagai lumut gambut atau lumut rawa, daunnya tidak hanya khas karena tidak adanya rusuk tengah, tetapi unik karena terdiri atas jaring-jaring sel kecil yang hidup yang memisahkan sel-sel yang mati yang besar-besar yang tembus cahaya dan berlubang-lubang, menghisap dan menahan air dengan efisiensi yang luar biasa, oleh karena itulah cukup besar kemampuan rawa-rawa untuk menahan air, karena sebagian besar terbentuk oleh tumbuh-tumbuhan seperti itu (Polunin, 1990: 64).

Pada gametofit terbentuk alat-alat kelamin jantan dan betina yang kecil, umumnya dalam kelompok yang terbukti dari adanya modifikasi daun-daun yang mengelilinginya, dan terdapat pada tumbuhan yang sama (banci), atau lebih sering pada dua individu (jantan dan betina) yang terpisah. Pembuahan kembali dilakukan oleh spermatozoid yang bergerak aktif, yang bila ada air, berenang ke sel telur yang terlindung baik. Badan yang terbentuk melalui peleburan seksual itu berkembang menjadi sporofit, yang bila telah masak terdiri atas kaki penghisap, suatu tangkai yang biasanya panjang, dan sebuah kapsul yang sedikit banyak bersifat rumit dan khas (Polunin, 1990: 65).

Lumut daun dapat tumbuh di atas tanah-tanah gundul yang periodik mengalami masa kekeringan, bahkan di atas pasir yang bergerakpu dapat tumbuh. Selanjutnya lumut-lumut ini dapat juga kita jumpai di antara rumput-rumput, di atas batu-batuan cadas, pada batang pohon dan cabang-cabang pohon, di rawa-rawa, tetapi jarang di dalam air. Contoh lumut daun di antaranya yaitu :

1) Bangsa *Andreales*

Bangsa ini hanya memuat satu suku, yaitu suku *Andreaceae*, dengan satu marga *Andrea*. Protonema berbentuk pita yang bercabang. Kapsul spora mula-mula diselubungi oleh kaliptra yang bentuknya seperti kopyah bayi. Jika sudah masak pecah dengan 4 katup-katup.

Kolumela diselubungi oleh jaringan sporogen. Contoh : *Andrea pethrophila* dan *Andrea rupestris*.

## 2) Bangsa *Sphagnales*

Bangsa ini hanya terdiri atas satu suku *Sphagnaceae* dan satu marga *Sphagnum*. Marga ini meliputi sejumlah besar jenis lumut yang kebanyakan hidup di tempat-tempat yang berawa-rawa dan membentuk rumpun atau bantalan, yang dari atas tiap-tiap tahun tampak bertambah luas, sedang bagian-bagian bawah yang ada dalam air mati dan berubah menjadi gambut.

Protonema tidak berbentuk benang, melainkan merupakan suatu badan berbentuk daun kecil, tepinya bertoreh-toreh dan hanya terdiri atas selapis sel saja.

Batangnya banyak bercabang-cabang; cabang-cabang yang muda tumbuh tegak dan membentuk roset pada ujungnya. Daun-daun yang sudah tua terkulai dan menjadi pembalut bagian bawah batang. Suatu cabang di bawah puncak tumbuh sama cepat dengan induk batang, sehingga kelihatan seperti batang lumut itu bercabang menggarpu. Karena batang dari bawah mati sedikit, maka cabang-cabang akhirnya merupakan tumbuhan yang terpisah-pisah. Contoh : *Sphagnum actifolium*, *Sphagnum squarrosum* dan *Sphagnum fibriatum*.

## 3) Bangsa *Fissidenstales*

Contoh : *Fissidens bogoriensis* Fleisch.

#### 4) Bangsa *Bryales*

Sebagian besar lumut daun tergolong dalam bangsa ini. Pada bangsa ini kapsul sporanya telah mencapai diferensiasi yang paling mendalam. Sporogoniumnya mempunyai suatu tangkai yang elastis, yang dinamakan seta. Tangkai dengan kaki sporogoniumnya tertanam dalam jaringan tumbuhan gametofitnya. Pada ujung tangkai terdapat kapsul sporanya yang bersifat radial atau dorsiventral dan mula-mula diselubungi oleh kaliptra. Contoh : *Pogonatum cirrhatum*, *Funaria hygrometrica* dan *Eubryales pleurocarpi*.

### **7. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Keberadaan Lumut**

Keberadaan tumbuhan lumut di suatu tempat selalu dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan tersebut meliputi faktor biotik dan abiotik. Tumbuhan lumut jarang ditemukan yang bersifat individu, melainkan hidup berkelompok dan mempunyai bentuk – bentuk kehidupan khusus. Secara umum lumut tidak dapat tumbuh pada habitat kering, kebanyakan hidup pada tempat yang kelembabannya tinggi, dan teduh. Jika dikaji secara keseluruhan, dapat dikatakan bahwa kebanyakan lumut mempunyai kisaran ekologi yang agak sempit dan terbatas sehingga tumbuhan lumut mempunyai nilai penting yang cukup besar sebagai indikator habitat tertentu. Faktor biotik yang mempengaruhi kehidupan tumbuhan lumut adalah menyangkut masalah kompetisi di antara tumbuhan lumut itu sendiri, baik untuk mendapatkan

makanan maupun untuk tempat hidupnya. Sedangkan faktor abiotiknya meliputi :

a. Faktor klimatik

1) Intensitas cahaya

Intensitas cahaya merupakan faktor penting yang membantu menentukan penyebaran dan pembentukan keanekaragaman tumbuhan. Berdasarkan adaptasinya terhadap cahaya, ada jenis-jenis tumbuhan yang memerlukan cahaya penuh, juga ada tumbuhan yang tidak memerlukan cahaya penuh (Siti Sutarmi Tjitrosomo, 1985: 188).

Terlalu banyak atau terlalu sedikit intensitas cahaya sangat mempengaruhi tumbuhan dan hewan dalam lingkungan. Keseluruhan ekosistem dipengaruhi oleh campur tangannya terhadap pertumbuhan tanaman (produksi primer). Fotosintesis berbanding langsung dengan sinar sampai tingkat maksimum. Tumbuhan memiliki tingkat kejenuhan sinar, dimana pada titik ini laju fotosintesis berkurang pada saat intensitas bertambah. Tingkat kejenuhan sinar beragam untuk tumbuh-tumbuhan yang berlainan (Michael, 1994: 17).

2) Suhu

Suhu atau temperatur mempengaruhi semua kegiatan tumbuhan absorpsi air, fotosintesis, transpirasi, respirasi, perkecambahan, tumbuh dan reproduksi. Temperatur yang rendah hampir sama pengaruhnya dengan temperatur tinggi. Keduanya sama-sama

mempengaruhi proses metabolisme tumbuhan. Pengaruh temperatur rendah umumnya dijumpai di daerah-daerah subtropika, yang kadang-kadang mengalami musim dingin yang dingin sekali, sehingga dapat menyebabkan kematian tumbuhan karena rusaknya sistem akar, pegasan, dan kuncup. Matinya tumbuhan yang terkena suhu rendah sekali bukan disebabkan oleh pengaruh langsung melainkan karena akibat terbentuknya es di dalam jaringan, terjadinya kristal di dalam protoplas biasanya berakibat matinya sel tersebut. Pada temperatur di bawah titik beku, tekanan difusi dalam air berbentuk es lebih rendah dibandingkan dengan yang dalam air berbentuk cairan. Akibatnya es cenderung berdifusi dari sel-sel dan berkumpul sebagai es interseuler. Hilangnya air dari sel-sel mengakibatkan dehidrasi pada protoplasma dan kematian sel-sel tersebut. Jadi matinya sel disebabkan oleh desikasi dan bukan oleh pembekuan.

Demikian pula hal yang sama dijumpai pada tumbuhan di daerah beriklim panas. Tingginya temperatur mengakibatkan tumbuhan menjadi layu karena lebih banyak air yang ditranspirasikan ke udara daripada yang diabsorpsi oleh akar. Akibatnya tumbuhan menjadi layu karena kekeringan dan apabila keadaan ini berlangsung lama dapat menyebabkan kematian (Siti Sutarmi Tjitroso, 1986: 180-181).

### 3) Kelembaban udara

Kelembaban udara adalah banyaknya air di udara. Kelembaban ini terkait dengan suhu, semakin rendah suhu umumnya akan menaikkan kelembaban. Kelembaban udara berpengaruh terhadap transpirasi, semakin rendah kelembaban udara maka transpirasi akan semakin tinggi (Mujiman, 1997: 22).

Lumut yang hidup di air jarang dijumpai, kecuali lumut gambut (*Sphagnum* sp) walaupun demikian lumut masih sangat memerlukan air, tanpa air organ reproduksinya tidak dapat masak atau pecah. Lumut jarang pula ditemui di daerah yang memiliki kelembaban udara yang rendah, karena pada kelembaban udara yang rendah lumut akan kering dan mati.

#### b. Faktor Edafik

Faktor edafik adalah yang bergantung pada tanah dalam keadaannya sebagai tanah. Tanah dapat dianggap sebagai bahan lapisan permukaan bumi yang terdapat di bawah setiap vegetasi di dalam udara dan seresah yang belum membusuk, dan meluas ke bawah sampai batas yang masih berpengaruh terdapat tumbuhan yang hidup di atas permukaannya. Faktor edafik meliputi suhu tanah dan pH tanah.

### 1) Suhu tanah

Suhu tanah yang rendah mempengaruhi rata-rata penguapan air dan pertumbuhan dari akar. Suhu udara yang rendah pada musim dingin mendorong pernafasan yang cepat. Sementara suhu tanah yang rendah mengurangi kecepatan penguapan air oleh akar. Dalam keadaan seperti ini, tumbuhan yang tumbuh sangat lebat, namun beberapa jenis tanaman ada yang tidak cocok dengan kondisi ini sehingga mati akibat kelebihan air dalam tanah. Suhu tanah dipengaruhi oleh suhu udara, intensitas cahaya matahari yang masuk ke tanah, dan juga air dalam tanah.

### 2) pH tanah

Tanah dikatakan netral apabila memiliki pH= 7. Pada umumnya tanaman dapat tumbuh pada pH antara 5,0 – 8,0 (Ance Gunarsih Kartasapoetra, 2006 : 62)

## **B. Penelitian yang Relevan**

Penelitian sebelumnya yang menjadi masukan yaitu Sylvi A.S., 2012 dengan judul “Penyusunan Modul Pengayaan Keanekaragaman Tumbuhan Lumut dan Tumbuhan Paku di Gua Somopuro Pacitan sebagai Bahan Ajar Keanekaragaman Hayati untuk Siswa Kelas X SMA Semester II”. Metode penelitian biologi yang digunakan adalah dengan metode plotting.

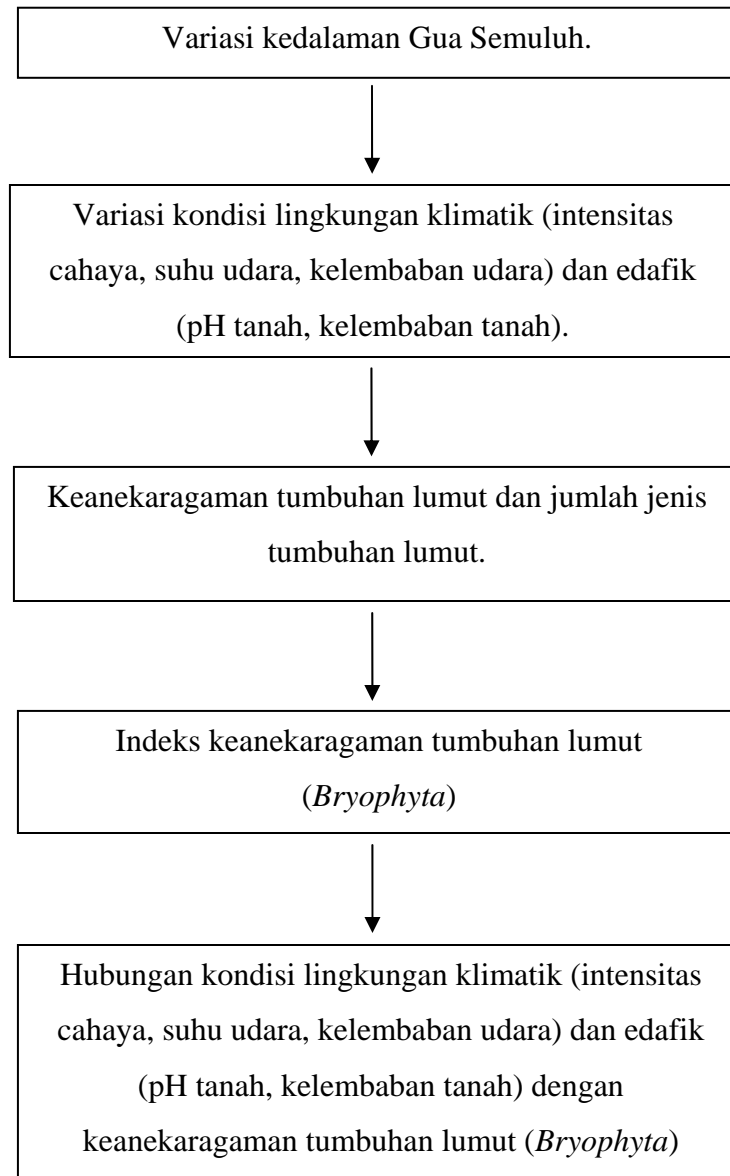


Dari hasil penelitian ditemukan 5 jenis tumbuhan lumut yang ditemukan di 9 kedalaman gua yang berbeda-beda. Kelima jenis lumut tersebut termasuk dalam suku *Fissidentaceae*, *Thuideaceae*, *Marchantiaceae*, *Nematodonta*, dan *Aneuraceae*. Termasuk dalam kelas *Bryopsida* dan *Hepaticopsida*.

### C. Kerangka Berpikir Teoritis

*Bryophyta* merupakan salah satu bagian kecil dari flora yang belum banyak tergalikan juga merupakan salah satu bagian penyokong keanekaragaman flora. Keanekaragaman tumbuhan *Bryophyta* di kawasan gua belum banyak terungkap. Padahal gua memiliki ekosistem yang spesifik yang diduga memiliki keanekaragaman jenis yang khas dan langka.

Berdasarkan latar belakang dan tujuan yang telah diungkapkan maka peneliti ingin melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengungkap keanekaragaman tumbuhan lumut (*Bryophyta*) di Gua Semuluh yang terletak di Kabupaten Gunung Kidul, serta bagaimana hubungannya dengan kondisi lingkungannya. Gua memiliki variasi kondisi lingkungan yang meliputi faktor klimatik dan faktor edafik pada masing-masing kedalamannya, sehingga perbedaan kondisi lingkungan ini diduga mempengaruhi keanekaragaman organisme yang hidup di dalamnya termasuk tumbuhan lumut. Berdasarkan observasi pendahuluan diketahui bahwa tumbuhan lumut di Gua Semuluh mampu hidup hingga kedalaman 12 meter dengan kondisi lingkungan faktor klimatik dan faktor edafik yang berbeda-beda.



Gambar 2.3 Kerangka berpikir teoritis