

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Keanekaragaman Tumbuhan Paku

Keanekaragaman hayati terbesar ditemukan di daerah tropik. Walaupun daerah tropik hanya mencakup 7% dari luas bumi, tapi lebih dari separuh spesies dunia dapat ditemukan di sini. Hampir pada semua kelompok organisme, keanekaragaman spesies meningkat jika mendekati daerah tropik (Primack, 1998). Pada prinsipnya, Allah SWT menciptakan alam semesta beserta seluruh isinya untuk memberikan rangsangan kepada manusia agar ia menggunakan akalinya; berpikir dan merenungkan apa yang telah ada di bumi ini (Yusuf, 2006). Hal tersebut dapat dicermati dalam ayat al-Qur'an surat al-Imran (3: 190-191) berikut ini:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ  
لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ  
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطِيلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ  
النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya:

*"Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah SWT sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka" (Q. S. ali-Imran: 190-191).*

Ayat tersebut menjelaskan bahwasanya umat manusia dianjurkan agar aktif dan efektif dalam penggunaan akal pikirannya, karena apa yang diciptakan Allah SWT mempunyai tujuan dan berdaya manfaat bagi kehidupan manusia (Yusuf, 2006).

Tumbuhan yang ada di dunia ini sangat beraneka ragam. Manusia dalam kehidupan sehari-hari tidak lepas dari tumbuhan, baik itu tumbuh sebagai obat, sebagai bahan sandang, bahan perumahan, sebagai tanaman hias dan sebagainya. Manusia berkecimpung dalam dunia tumbuhan entah sadar atau tidak mereka telah berusaha mengenal tumbuhan, mengidentifikasi dan mengelompokkannya menurut tujuannya masing-masing (Sudarsono, 2005). Menurut Steenis (2006), menyatakan bahwa hutan paku-pakuan merupakan vegetasi yang memiliki peranan penting. Contoh paku-pakuan yang sering ditemukan di hutan adalah *Nephrolepis*, *Blechnum*, *Pteridium* dan *pteris*.

Tumbuhan paku memiliki jenis yang banyak dan dapat dijumpai dari tepi pantai sampai ke pegunungan yang tinggi. Mengingat jumlah jenis yang banyak tersebut, maka banyak peneliti yang meneliti tentang tumbuhan paku secara kualitatif maupun kuantitatif. Beberapa penelitian LUGRAYASA (2004) tentang Ekologi Tumbuhan Paku Di Taman Nasional Bogani Nani Wartabone Sulawesi Utara, menyatakan bahwa lingkungan untuk tumbuhan paku adalah tanah di mana akar tumbuh, cahaya yang mengenai daun, hujan, perubahan suhu dan tumbuhan lain di sekelilingnya. Penelitian SURYANA (2009) tentang Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Kabupaten Garut Jawa Barat menemukan 11 jenis.

Melimpahnya keanekaragaman tumbuhan dan pemanfaatannya ini sesuai dengan ayat al-Qur'an surat asy-Syu'araa' (26: 7)

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

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”

Ayat tersebut menegaskan bahwa manusia harus lebih memperhatikan bumi, karena di bumi ini Allah SWT telah menciptakan berbagai macam spesies tumbuh-tumbuhan dan masing-masing tumbuhan tersebut mempunyai manfaat dan daya guna bagi semua makhluk di bumi ini.

Beberapa peneliti juga mengkaji tentang kegunaan tumbuhan. Salah satu tumbuhan yang memiliki daya guna atau manfaat adalah spesies tumbuhan paku. Tumbuhan paku mempunyai kegunaan yang cukup banyak bagi kehidupan manusia. Pesona susunan daunnya pada beberapa jenis tertentu, membuat orang tertarik dan memeliharanya sebagai tanaman hias, antara lain : *Adiantum spp* (suplir), *Nephrolepis bisserta* (paku harupat), *Cyathea spp* (paku tiang), *Pltycerium bifurcation* (paku simbar menjangan), *Angioptris evecta* (paku gajah), *Asplenium nidus* (paku sarang burung), *Lycopodium cernnum* (paku kawat), *Pteris ensiformis* (paku padang).

Dibeberapa daerah Sumatera, Jawa dan Nusa Tenggara, tumbuhan paku digunakan sebagai bahan makanan. Pucuk atau daunnya yang masih muda dapat dibuat menjadi berbagai masakan sayuran. Jenis yang biasa digunakan sebagai sayuran antara lain : *Ceroptoris thalictropedes* (paku rawa), *Acrosticum speciosum*, *Acrosticum aereum* (paku laut), *Helminthostachys zeylanica* (paku

jalakan). Selain itu, penelitian Tallei (2008) tentang Kajian Beberapa Jenis Tumbuhan Paku Sebagai Bioakumulator menyatakan bahwa biokonsentrasi arsen tertinggi pada *Pteris*. Kurniawan (2010) tentang Etnobotani Tumbuhan Paku Di Bali menyatakan bahwa *Adiantum*, *Asplenium nidus L.*, *Nephrolepis faiccate*, *Microsorium punctatum* sebagai tanaman hias di pekarangan rumah. *Huperzia*, *Diplazium* dapat dimakan mentah dan digunakan untuk bumbu masak. Marini (2005) tentang analisis minyak atsiri pada tumbuhan paku menjelaskan bahwa batang dan daun dari berbagai jenis tumbuhan paku hasil inventarisasi di kawasan air terjun Pangajaran, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang, diperoleh dua jenis tumbuhan paku yang mengandung minyak atsiri yaitu *P. beaurita* dan *C. contaminans*.

## 2.2 Karakteristik Tumbuhan Paku

❖ وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ  
وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكْلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ  
مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَعَآثُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ  
وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

“Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan” (Q.S. al-An’aam: 141)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan tumbuhan yang digolongkan menjadi dua yaitu tumbuhan berjunjung dan tak berjunjung. Tumbuhan paku ini termasuk ke dalam golongan tumbuhan tak berjunjung, karena tumbuhan paku mempunyai rimpang yang sejajar dengan permukaan tanah dan tumbuhan paku bereproduksi tidak dengan biji, melainkan dengan spora.

Tumbuhan paku merupakan suatu divisi yang telah jelas mempunyai kormus, artinya tubuhnya dengan nyata dapat dibedakan dalam tiga bagian pokoknya, yaitu akar, batang, dan daun. Namun demikian, pada tumbuhan paku belum dihasilkan biji. Seperti warga divisi-divisi yang telah dibicarakan sebelumnya, alat perkembangbiakan tumbuhan paku yang utama adalah spora. Warga tumbuhan paku amat heterogen, baik ditinjau dari segi habitus maupun cara hidupnya, lebih-lebih bila diperhitungkan pula jenis paku yang telah punah (Tjitrosoepomo, 2005).

Kebanyakan tumbuhan paku memiliki perawakan yang khas yaitu adanya daun muda yang bergelung yang akan membuka jika dewasa, ciri yang hampir unik ini disebut vermasi bergelung, sebagai akibat lebih lambatnya pertumbuhan permukaan daun sebelah atas daripada sebelah bawah pada perkembangan awalnya (Loveless, 1989).

Menurut Hasairin (2003), organ paku-pakuan terdiri atas dua bagian, yaitu:

1. Organ vegetatif; yang terdiri dari akar, batang, dan daun (*organum nutritivum*).

a. Akar

Akar paku adalah serabut. Pada bagian ujungnya terdapat tudung akar atau kaliptra. Pada Pteridophyta kutub akar tidak terus berkembang membentuk

akar. Akar tumbuhan paku bersifat endogen dan tumbuh kesamping dari batang. Jadi embrio Pteridophyta tidak bipolar, tetapi unipolar, karena hanya satu kutub saja yang berkembang. Akar yang keluar pertama-tama itu tidak dominan, melainkan segera disusul oleh akar-akar lain yang semuanya muncul dari batang (Tjitrosoepomo, 2005).

#### b. Batang

Batang tumbuhan paku berupa akar tongkat atau rhizome, ada juga yang berupa batang sesungguhnya, misalnya batang paku tiang. Umumnya pertumbuhan batang tidak nyata. Tetapi pada paku pohon, batangnya tumbuh menyerupai batang pinang (Sastrapradja, *et al*, 1980). Batang Pteridophyta bercabang-cabang menggarpu, atau jika tidak demikian, maka cabang-cabang yang dikeluarkan ke samping itu tidak pernah berasal dari suatu ketiak daun (Tjitrosoepomo, 2005).

Bila dibuat sayatan melintang, maka akan tampak jaringan batang urut dari luar ke dalam adalah sebagai berikut (Murtolo, 2002):

- 1) Epidermis atau kulit luar: Umumnya keras karena mempunyai jaringan penguat yang terdiri atas sel-sel batu atau sklerenkim.
- 2) Korteks atau kulit pertama. Bagian ini banyak mengandung ruang-ruang sel yang berbentuk lubang-lubang besar.
- 3) Stele atau silinder pusat. Terdiri atas jaringan parenkim dan mengandung berkas pembuluh pengangkut, yaitu xylem dan floem dan bertipe kosentris.

### c. Daun

Menurut Tjitrosoepomo (2005), daun merupakan tempat terbentuknya sporangium dan spora. Daun-daun yang mempunyai sporangium dinamakan *sporofil*. Kadang-kadang daun-daun paku yang fertil (*sporofil*) itu mempunyai bentuk yang berlainan dengan daun-daun yang steril yang selalu untuk asimilasi. Daun-daun itu dinamakan *trofofil*. Menurut Benson (1957) pada tumbuhan paku sporofit seperti *Dryopteris* diproduksi oleh spora yang berkembang di dalam kotak spora (*sporangia*) selalu berformasi mengelompok dengan titik coklat pada belakang daun. Kelompok dari *sporangia* disebut *sorus* (jamak: *sori*).

## 2. Organ generatif (organum reproductivum)

Paku berkembang biak dengan spora, setiap kotak spora dikelilingi oleh sederetan sel yang melingkar membentuk bangunan seperti cincin dan disebut annulus. Annulus ini berfungsi untuk mengatur pengeluaran spora. aktivitas annulus dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban udara. Di dalam sel-sel annulus penuh berisi air. Bila dalam keadaan basah sel-sel annulus akan mengembang, namun bila dalam keadaan kering sel annulus mengisut, maka sel-sel annulus mengerut dan memendek menyebabkan dinding kotak spora menjadi retak. Kotak spora pecah, spora dihembuskan ke luar melalui celah yang terjadi pada waktu sel annulus mengerut. Perkembangbiakan pada tumbuhan paku terjadi secara “gametofit” bersifat seksual dengan menghasilkan sel-sel gamet (gamet jantan dan gamet betina); “sporofit” bersifat aseksual dengan menghasilkan spora (Hasairin, 2003).

### 2.3 Klasifikasi Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis dan ukuran spora yang dihasilkan, sifat anulus, letak sporangium, dan sorusnya pada daun. Divisi Pteridophyta dibagi menjadi 4 kelas, yaitu Psilophytinae, Equisetinae, Lycopodinae dan Filicinae (Tjitrosoepomo, 2005):

#### 1. Kelas Psilophytinae (Paku purba)

Divisi ini meliputi dua genera yaitu Psilotum dan Tmesipteris, keduanya masih ada sampai saat ini. Psilotum tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Tmesipteris hanya tumbuh di daerah Australia dan daerah-daerah lain di Pasifik selatan. Kedua genera itu strukturnya menyerupai Rhyniophyta (Sударsono, 2005). Anggota paku kelas ini telah lama punah. Oleh karena itu orang sering menyebutnya dengan nama paku purba. Hal ini disebabkan karena tumbuhan paku ini masih tergolong tumbuhan primitive dan tidak memiliki daun. Sebagian anggota dari tumbuhan paku ini sudah punah. Kelas ini mempunyai sporangium yang dibentuk di ketiak buku. Kelas Psilophytinae terdiri dari 2 ordo, yaitu (Lubis, 2009):

##### a. Ordo Psilophytales (Paku Telanjang)

Paku telanjang merupakan tumbuhan paku yang paling rendah tingkat perkembangannya. Yang masih sederhana masih belum berdaun dan belum berakar. Batang telah mempunyai berkas pengangkut, bercabang-cabang menggarpu dengan sporangium pada ujung cabang-cabang tadi. Salah satu contoh dari ordo ini adalah *Rhynia major*, merupakan tumbuhan terna dengan tinggi  $\frac{1}{2}$  m. Batang dalam tanah,

tumbuhan horizontal, tidak mempunyai akar, melainkan hanya rhizoid. Tunas yang tak berdaun dengan rhizome yang mendatar dan sporangia yang terminal. Spora dalam tetrad.

b. Ordo Psilotales

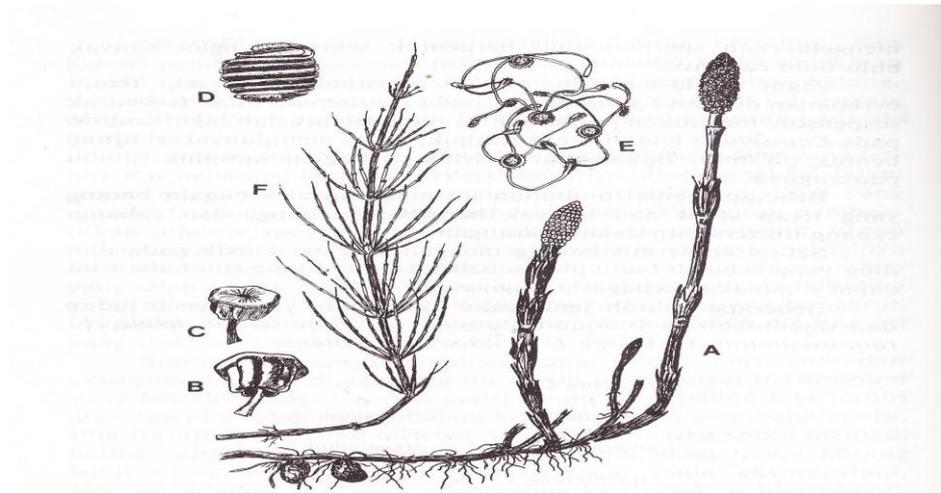
Dari bangsa ini ada diantara warganya yang sekarang masih hidup ialah warga *Psilotum*, yang berupa terna kecil rendah, dan bercabang-cabang menggarpu. Protalium ini telah diketahui, besarnya hanya beberapa cm saja, berbentuk silinder dan bercabang, tidak berwarna, hidup dalam tanah bersimbiosis dengan cendawan mikoriza.

2. Kelas Equisetinae (Paku ekor kuda)

Seperti halnya kelas Psilophytinae sebagian besar anggota paku ekor kuda juga sudah banyak yang punah. Umumnya paku ekor kuda memiliki batang berupa rhyzoma. Cabang-cabang batangnya beruas-ruas. Pada ujung cabang batang sering ditemukan badan bulat disebut elatern. Badan ini merupakan penghasil spora. Kelas ini dibagi menjadi tiga ordo yaitu:

a. Ordo Equisitales

Bangsa ini hanya terdiri atas satu suku Equisetaceae dan satu marga Equisetum dengan  $\pm 25$  jenis saja. Tumbuhan ini sebagian hidup di darat, sebagian di rawa-rawa. Di dalam tanah tumbuhan ini mempunyai semacam rimpang yang merayap, dengan cabang yang berdiri tegak, contoh spesies dari ordo Equisitales tampak pada gambar di bawah ini (Tjitrosoepomo, 1994).



Gambar 2.1. *Equisetum arvense* A. Tunas fertile dengan rangkaian sporofil pada ujung cabang dan batang B-C. Sporofil bangun perisai dengan sporangium pada sisi bawah di sekelilingi tangkai D. Spora dengan haptera yang membalut spora itu (dalam keadaan lembab) E. Beberapa spora dengan haptera yang terlepas dan bergandengan satu sama lain (dalam keadaan kering) F. Tunas steril dengan cabang-cabang berkarang (Tjitrosoepomo, 1994)

b. Ordo Sphenophyllales

Pada ordo ini daun-daunnya menggarpu atau berbentuk pasak dengan tulang-tulang yang bercabang menggarpu, tersusun berkarang, dan tiap karangan biasanya terdiri atas 6 daun. Batangnya mencapai tebal sejari, beruas-ruas panjang, bercabang-cabang, mempunyai satu berkas pengangkut yang tidak mempunyai kambium (Tjitrosoepomo, 1994).

c. Ordo Protoarticulatales

Berupa semak-semak kecil yang bercabang-cabang menggaru, daun-daunnya tersusun berkarang tidak beraturan. Helaihan daun sempit, berbagi menggarpu. Sporofil tersusun dalam suatu bulir, tetapi sporofil itu belum berbentuk perisai, melainkan masih bercabang-cabang menggarpu

tidak beraturan dengan sporangium yang bergantung (Tjitrosoepomo, 2005).

### 3. Kelas Lycopodinae (Paku rambut atau Paku kawat)

Jenis Tumbuhan paku yang termasuk kelas ini mempunyai ciri yaitu sporofit yang sudah memiliki akar, batang dan daun. Tumbuhan paku kelas ini berupa tumbuhan yang menjalar di permukaan tanah. Memiliki batang kecil dengan percabangan menggarpu (dikotom). Daun umumnya banyak berukuran kecil tersusun dalam lingkaran, spiral atau berhadapan. Sporangium yang dihasilkan tunggal terletak pada ketiak daun. Daun yang fertile disebut sporofil. Sporofil-sporofil biasanya terdapat pada ujung cabang. Kumpulan sporofil pada paku kelas ini disebut strobilus yaitu struktur penghasil spora menyerupai kerucut. Sporangium pada Lycopodinae ini tersusun dalam strobilus dan bentuk diujung cabang. Kelas ini dibagi menjadi empat ordo yaitu (Sudarsono, 2005):

#### a. Ordo Selaginellales (Paku rane, paku lumut)

Sebagian mempunyai batang berbaring dan sebagian berdiri tegak, bercabang-cabang menggarpu anisotom. Pada batang terdapat daun-daun kecil yang tersusun dalam garis spiral atau berhadapan dan tersusun dalam empat baris. Akar-akar keluar dari bagian-bagian batang yang tidak berdaun yang dinamakan pendukung akar (Tjitrosoepomo, 2005).

#### b. Ordo Lycopodiales

Bangsa ini terdiri kurang lebih atas 200 jenis tumbuhan yang hamper semua tergolong dalam suku *Lycopodiaceaw* dari marga *Lycopodium*. *Lycopodium* itu kebanyakan berupa terna kecil yang

seringkali dipakai untuk pembuatan buket bersama dengan bunga. Batang mempunyai berkas pengangkut yang masih sederhana, tumbuh tegak atau berbaring dengan cabang-cabang yang menjulang ke atas. Daun-daun berambut berbentuk garis atau jarum (Tjitrosoepomo,2005).

c. Ordo Lepidodendrales

Berbentuk pohon-pohon yang mencapai tinggi sampai 30 m dengan garis tengah batang sampai 2 m. Daun-daunnya bangun jarum atau bangun garis, mempunyai lidah-lidah. Dalam daun terdapat berkas pengangkut yang sederhana dan jarang sekali memperlihatkan percabangan garpu (Tjitrosoepomo,2005).

d. Ordo Isoetales

Tumbuhan yang tergolong bangsa ini berupa terpa, sebagian hidup tenggelam dalam air, sebagian hidup pada tanah-tanah yang basah. Batang seperti umbi, jarang sekali bercabang menggarpu. Dari batang keluar akar-akar yang bercabang menggarpu. Daun pada pangkalnya melebar, mempunyai mesofil sederhana, dan pada sisi atas mempunyai satu cekungan yang dinamakan *foveum* (Tjitrosoepomo, 2005).

4. Kelas Filicinae (Paku sejati)

Paku kelompok ini paling banyak anggota spesiesnya. Habitatnya di darat, air dan ada pula yang hidup menumpang pada tumbuhan lain sebagai epifit. Ciri khas tumbuhan paku kelas ini daunnya besar, pada waktu muda tergulung. Tumbuhan paku yang hidup di darat sporangiumnya terbentuk dalam sorus,

sedangkan yang hidup di air, sporangiumnya terbentuk dalam sporokarpium.

Kelas ini mencakup tiga anak kelas, yaitu (Steenis, 2006):

a. Anak kelas Eusporangiatae

Tumbuhan yang tergolong dalam anak kelas ini kebanyakan berupa terna. Protalium di bawah tanah dan tidak berwarna, atau di atas tanah dan berwarna hijau. Sporangium mempunyai dinding tebal dan kuat yang terdiri atas beberapa lapis sel, spora sama besar (Steenis, 2006).

b. Anak kelas Hydropterides

Semua anggota sub kelas ini hidup di air. Jadi, termasuk tumbuhan hidrofita. Tumbuhan ini selalu heterospor. Makro dan mikrosporangium berdinding tipis, tidak mempunyai annulus dan terdapat dalam suatu badan pada pangkal daun. Badan yang mengandung sporangium itu dinamakan sporokarpium, yang seringkali mempunyai dinding yang tebal dan mula-mula selalu tertutup (Murtolo, 2002).

c. Anak kelas Leptosporangiatae

Tumbuhan ini paling terbanyak terdapat di daerah tropika, meliputi jenis-jenis paku dari yang terkecil sampai yang terbesar. Kebanyakan tumbuhan paku berupa terna dengan rimpang yang mendatar atau bangkit ujungnya, dan biasanya jarang bercabang. Daun yang masih muda tergulung (Lasmaria, 1999).

Berdasarkan jenis spora yang dihasilkan, menurut Izzudin (2004) tumbuhan paku dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Paku homospor atau isospor yaitu paku-pakuan yang menghasilkan satu jenis spora saja misalnya paku kawat (*Lycopodium* sp),
2. Paku heterospor, yaitu paku yang menghasilkan dua jenis spora, misalnya:
  - a. Mikrospora yang kecil berkelamin jantan dan dihasilkan dalam mikrosporangium. Mikrosporangium akan tumbuh menjadi mikroprotalium atau protalium jantan yang mempunyai anteridium yang akan menghasilkan spermatozoid.
  - b. Makrospora yang besar berkelamin betina, mengandung banyak cadangan makanan yang dibentuk di dalam makrosporangium atau megasporangium dan pada waktu perkecambahan akan tumbuh menjadi protalium yang agak besar dan mempunyai arkegonium.
3. Paku peralihan, merupakan kelompok tumbuhan paku yang dapat menghasilkan spora dengan bentuk dan ukuran sama. Akan tetapi, sebagian spora ada yang berkelamin jantan dan ada yang berkelamin betina. Contoh *Equisetum debile* (paku ekor kuda).

#### **2.4 Siklus Hidup Tumbuhan Paku**

Reproduksi tumbuhan paku dapat secara aseksual (vegetatif) yakni dengan stolon yang menghasilkan gemma (tunas). Reproduksi dengan aseksual (generatif) melalui pembentukan sel kelamin jantan dan betina oleh alat-alat kelamin (gametogonium). Gametogonium jantan (anteridium) menghasilkan spermatozoid dan gametogonium betina (arkegonium) menghasilkan ovum (Loveless, 1989).

Seperti pada *Bryophyta*, pada *Pteridophyta* pun terdapat daur kehidupan yang menunjukkan adanya dua keturunan yang bergiliran. Gametofitnya

mempunyai beberapa perbedaan dengan gametofit lumut, walaupun sama – sama terdiri atas sel – sel yang haploid. Gametofit pada tumbuhan paku dinamakan *protalium*, dan protalium ini hanya berumur beberapa minggu saja. Besarnya paling banyak hanya beberapa cm saja, bentuknya menyerupai thallus hepaticae. Umumnya protalium itu berbentuk jantung, berwarna hijau dan melekat pada substratnya dengan rhizoid – rhizoid. Padanya terdapat anteridium (biasanya pada bagian yang sempit) dan arkegonium (dekat dengan lekukan bagian yang melebar). Pembuahan hanya dapat berlangsung jika ada air. Baik anteridium maupun arkegonium terdapat pada sisi bawah protalium di antara rhizoid – rhizoidnya. Sehabis pembuahan, dari zigot tumbuh keturunan yang diploid, yaitu sporofitnya. Pada tumbuhan paku sporofit ini sama sekali berbeda dengan sporofit lumut. Pada tumbuhan paku biasanya protalium lalu binasa, akan tetapi jika tidak terjadi pembuahan, protalium itu dapat bertahan sampai lama. Sporofit itulah yang pada Pteridophyta menjadi tumbuhan paku yang tubuhnya telah dapat dibedakan dalam akar, batang dan daun. Hal ini disebabkan, karena zigot tumbuhan paku yang sekarang masih hidup itu, segera pada permulaan perkembangannya selain haustorium lalu memisahkan sel – sel calon akar, batang dan daun (Faizah, 2002).

## **2.5 Habitat Tumbuhan Paku**

Menurut Sulisetijono (2011), berdasarkan habitatnya, paku-pakuan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu paku tanah, paku epifit dan paku akuatik.

### **1. Paku Tanah**

Tumbuhan yang termasuk dalam kelompok ini ialah paku-pakuan yang hidup di tanah, tembok, dan tebing terjal. Luguayasa (2004) merinci paku tanah ini menjadi 2 kelompok yaitu:

a. Paku pemanjat

Jenis tumbuhan ini mempunyai rimpang yang ramping dan panjang, berakar dalam tanah, memanjat pohon tetapi tidak epifit, menyukai keteduhan (kecuali *Stenochlaena* J. Smith).

b. Paku batu-batuan dan tebing sungai

Tumbuhan paku jenis ini tumbuh pada batu-batu atau pada tebing sungai, menyukai kelembaban. Rimpangnya menjalar pada permukaan batuan dan akar-akarnya masuk ke celah-celah batu.

## 2. Paku Epifit

Jenis tumbuhan ini hidup pada tumbuhan lain, terutama yang berbentuk pohon. Holtum (1959) membagi paku epifit menjadi dua macam yaitu:

a. Epifit pada tempat-tempat terlindung

Tumbuhan ini tumbuh pada bagian bawah pohon di hutan terutama dekat aliran air atau di tempat-tempat yang dibayangi pegunungan.

b. Epifit pada tempat-tempat terbuka

Tumbuhan ini terdapat pada tempat yang terkena sinar matahari langsung atau agak teduh dan tahan terhadap angin.

## 3. Paku Akuatik

Tumbuhan yang termasuk pada kelompok ini mengapung bebas di permukaan air. Contohnya ialah anggota family *Salviniaceae* dan *Marsileaceae*.

Tumbuhan paku memiliki daya adaptasi yang cukup tinggi, sehingga tidak sulit menjumpai tumbuhan paku karena dapat hidup dimana-mana, diantaranya di daerah lembab di bawah pohon, di pinggiran sungai di lereng-lereng terjal, di pegunungan bahkan banyak yang sifatnya menempel di batang pohon, batu atau tumbuh di atas tanah (Lugrayasa, 2004). Penyebaran tumbuhan paku sangat luas, mulai dari ketinggian 0-3200 m dpl. Menurut hasil penelitian Lubis (2009) dan Daryanti (2009), tumbuhan paku dapat hidup dalam kisaran suhu 15, 6 °C-22, 08 °C dan kelembaban berkisar antara 72, 75%-95, 08%.

Tumbuhan paku terdapat di dalam semua zona iklim mulai dari daerah tropik hingga sub-tropik. Tumbuhan paku membutuhkan tempat yang lembab. Hanya sedikit spesies yang toleran terhadap iklim kering, namun bukan di daerah yang sama sekali tidak ada air (Raven *et. al*, 1992). Mengingat jumlah jenisnya banyak, paku dapat dijumpai dari tepi pantai sampai ke pegunungan tinggi. Di tepi-tepi sungai banyak tumbuh tumbuhan paku baik yang hidup di tanah, merambat atau menumpang di kayu. Umumnya di daerah pegunungan, jumlah jenis paku lebih banyak di dataran rendah. Hal ini disebabkan kelembaban yang lebih tinggi, banyak aliran air dan adanya kabut. Banyaknya curah hujan pun mempengaruhi jumlah tumbuhan paku yang dapat tumbuh (Sari, 2005).

## **2.6 Manfaat Tumbuhan Paku**

Tumbuh-tumbuhan banyak mengandung sejumlah zat-zat penting yang dibutuhkan tubuh untuk melakukan aktivitas secara alami, bahkan tumbuh-tumbuhan juga dapat membantu menyembuhkan beberapa penyakit. Penggunaan tumbuh-tumbuhan itu memiliki banyak nilai positif selain sebagai

obat-obatan tradisional. Tumbuh-tumbuhan juga memiliki kepekaan terhadap penolakan penyerapan zat-zat yang dihasilkan oleh obat-obatan biasa (kimia) (Sayyid, 2006). Allah SWT berfirman bahwa:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرُوعٌ وَنَخِيلٌ  
صِنُوانٌ وَغَيْرُ صِنُوانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضِلُ بَعْضَهَا عَلَى بَعْضٍ فِي  
الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

*“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah SWT) bagi kaum yang berfikir” (ar-Ra’d: 4).*

Ayat di atas telah menjelaskan kepada kita, bahwa setiap apa yang diciptakan di dunia ini mengandung sebuah kelebihan dan kemanfaatan, sehingga sebagai umat Islam kita harus senantiasa menjaganya dan melestarikan tumbuh-tumbuhan tersebut agar tidak punah. Diantara bentuk perlakuan yang baik terhadap lingkungan beserta komponen-komponennya adalah dengan memperlakukan tumbuh-tumbuhan dan pepohonan secara baik pula. Hal ini didasari satu konsepsi bahwa manusia merupakan pengemban amanah Ilahi di atas bumi ini. Dan amanah kekhilafahan tersebut menuntut manusia sebagai pengemban agar menjaga keberlangsungan serta kelestariannya. Semua itu baru bisa tercapai jika telah dipenuhi kebutuhannya, diperbaiki kondisinya, serta dengan cara menjauhi bentuk-bentuk perusakan maupun pencemaran terhadapnya (Qardawi, 2001).

Namun kenyataannya pada saat ini masih banyak umat Islam yang tidak sadar akan nikmat yang telah Allah SWT berikan di dalam tumbuh-tumbuhan, bahkan mereka merusak tumbuh-tumbuhan tersebut. Padahal Allah SWT telah menjelaskan dalam al-Qur'an bahwa:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ  
 اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

*“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah SWT) memperbaikinya dan berdoalah kepadaNya dengan rasa takut (Tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah SWT amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”*(al-A'raf: 56).

Ayat di atas mengandung arti bahwa Allah SWT melarang segala bentuk perusakan seperti mencemari dan meniadakan keseimbangannya. Perintah-perintah semacam inilah yang harus disikapi sebagai upaya untuk mengikat antar ibadah dengan muamalah. Dan sesungguhnya rahmat Allah SWT itu amat dekat dengan orang-orang yang selalu berbuat kebajikan baik usahanya itu dalam rangka memperbaiki bumi dan membangunnya maupun dalam bentuk berdoa kepada Allah SWT dan beribadah kepadanya. Maka orang-orang yang berbuat baik tersebut merupakan suatu upaya untuk mendekatkan diri kepada Allah SWT (Qardawi, 2001).

Tumbuhan paku banyak ragamnya. Banyak diantaranya yang mempunyai bentuk yang menarik sehingga bagus untuk dijadikan sebagai tanaman hias. Selain sebagai tanaman hias, paku dapat pula dimanfaatkan sebagai sayuran berupa pucuk-pucuk paku. Dari segi obat-obatan tradisional, paku pun tidak luput dari kehidupan manusia. Ada jenis-jenis yang daunnya dipakai untuk ramuan obat,

ada pula yang rhizomanya. Batang paku yang tumbuh baik dan yang sudah keras, diperuntukkan untuk berbagai keperluan. Tidak jarang sebagai tiang rumah, paku dipakai untuk pengganti kayu, batang paku diukir untuk dijadikan patung-patung yang dapat ditempatkan di taman. Kadang-kadang dipotong-potong untuk tempat bunga, misalnya tanaman anggrek (LIPI, 1985).

Sejak dulu tumbuhan paku telah dimanfaatkan oleh manusia terutama sebagai bahan makanan (sayuran). Dewasa ini pemanfaatannya berkembang sebagai material baku untuk pembuatan kerajinan tangan, pupuk organik dan tumbuhan obat (Sastrapadja *et.al*, 1980).

Nilai ekonomi tumbuhan paku terutama terletak pada keindahannya dan sebagai tanaman hortikultura beberapa jenis Lycopodinae yang suka panas digunakan sebagai tanaman hias dalam pot, dan paku kawat yang merayap yang digunakan dalam pembuatan karangan bunga, sedang sporanya kecil-kecil yang mudah terbakar karena kandungannya akan minyak, sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan kilat panggung.

Di luar negeri jenis tertentu (*Lycopodium clavatum*) digunakan sebagai bahan bakar, sebagai penerangan dan juga sebagai bahan obat. *Lycopodium clavatum* L. mengandung beberapa macam alkaloid, yaitu lycopodin, klavatin dan klavatoksin. Dari tumbuhan ini yang digunakan dalam obat-obatan adalah sporanya. Spora itu kurang lebih 15-40  $\mu$  ekospora dengan penebalan-penebalan berbentuk jala. Dalam plasmanya terkandung: Lycopodin, asam oleat, asam lycopodium, gula, fitosterin, dan protein. Spora yang digunakan itu berupa serbuk yang digunakan antara lain dalam pembuatan pil, agar tidak lengket. Serbuk

*Lycopodium clavatum* digunakan pula dalam percobaan Kundt untuk menentukan panjang gelombang suara (Tjitrosoepomo, 1994).

## 2.7 Deskripsi Gunung Wilis

 وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ  
 وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعْيِشًا وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُمْ بِرَازِقِينَ

*"Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya" (QS. al-Hijr : 19-20).*

Dalam ayat tersebut yang dimaksud hamparan bumi dan terdapat gunung-gunung yang ditimbuni oleh tumbuhan adalah hutan yang menjadi sumber daya alam atau penyedia kebutuhan manusia yang perlu dijaga dan dilestarikan. Selain itu, Allah SWT juga telah menjadikan gunung-gunung yang memiliki berbagai jalan yang bisa ditempuh, baik yang terjal maupun yang lempang, sehingga tidak ada alasan bagi manusia untuk tidak melestarikan tumbuhan yang berada di gunung-gunung (Mahran, 2006).

Gunung Wilis merupakan gunung api yang non aktif. Sekarang ini batuan di gunung-gunung itu sudah lapuk dan membentuk tanah tebal lebih dari 20 meter. Berdasarkan hasil pengamatan, Gunung Wilis mulai longsor sejak tahun 1999 di bagian Kediri, Tulungagung, Trenggalek, Ponorogo, Madiun dan Nganjuk.

Kabupaten Nganjuk mempunyai potensi bencana tanah longsor yang sama dengan ke lima Kabupaten yang dilalui Gunung Wilis (Perhutani.com, 2012).

Keadaan topografi Lereng Gunung Wilis merupakan perbukitan dengan kemiringan lereng yang relatif berelief. Ketinggian bukit sekitar 400-600 meter dengan kemiringan rata-rata 15-40% dan sebagian lagi memiliki kemiringan di atas 40% terutama pada daerah yang terletak pada kaki Gunung Wilis. Dengan kemiringan yang cukup terjal ini, berdasarkan peta gerakan tanah yang dikeluarkan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral RI tahun 2007 sebagian wilayah Lereng Gunung Wilis termasuk daerah rawan longsor (Perhutani.com, 2012).

Keadaan rawan longsor ini pula dipicu dengan perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada kawasan hutan yang berada di Lereng Gunung Wilis ini. Salah satu perubahan lahan yang terjadi adalah adanya konversi dari hutan ke dalam lahan pertanian dengan cara pembakaran hutan secara liar yang terjadi pada hutan produksi yang ada di kawasan Lereng Gunung Wilis ini. Konversi dari hutan ke lahan pertanian ini menyebabkan daya dukung tanah yang ada di kawasan Lereng Gunung Wilis ini menjadi semakin rendah dan mengalami penurunan drastis terhadap lahan sehingga menyebabkan peningkatan kekritisian lahan.

Penurunan daya dukung lahan tersebut diakibatkan adanya kebakaran hutan di kawasan Lereng Gunung Wilis ini. Kebakaran hutan lindung selama tahun 2009 telah mengalami kebakaran mencapai 90 hektar. Kebakaran itu merupakan yang terbesar di antara empat kali kejadian selama tahun 2009.

Kebakaran hutan lindung berpotensi meluas dan mengancam ratusan hektar kawasan hutan produksi di wilayah Perum Perhutani Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Kediri yang berada di wilayah administrasi Kabupaten Nganjuk dan Kabupaten Kediri (Kompas.com, 2009).

Kabupaten Kediri memiliki beberapa air terjun yang menarik. Salah satunya, Air Terjun Dolo. Tempat wisata ini terletak di dusun Besuki, Desa Jugo, Kecamatan Mojo, Kediri. Jarak tempuh dari Kota Kediri ke arah barat, kurang lebih 25 kilometer. Letak kawasan wisata air terjun ini kurang lebih 1.800 meter di atas permukaan laut. Sedang ketinggian air terjunnya sendiri diperkirakan mencapai 125 meter. Di Besuki terdapat Air Terjun Irenggolo. Air Terjun Irenggolo berada di ketinggian 1200 di atas permukaan laut di gugusan lereng Gunung Wilis (1950 m) (Kompas.com, 2009).

## **2.8 Analisis Komunitas**

Analisis komunitas tumbuhan merupakan suatu cara mempelajari susunan atau komposisi jenis dan bentuk atau struktur vegetasi. Dalam ekologi hutan, satuan vegetasi yang dipelajari atau diselidiki berupa komunitas tumbuhan yang merupakan asosiasi konkret dari semua spesies tetumbuhan yang menempati suatu habitat. Menurut Gopal dan Bhardwaj (1979), untuk kepentingan deskripsi suatu komunitas tumbuhan diperlukan minimal tiga macam parameter kuantitatif antara lain: densitas, frekuensi, dan dominansi. Kusmana (1997) mengemukakan bahwa untuk keperluan deskripsi vegetasi tersebut ada tiga macam parameter kuantitatif

yang penting, antara lain densitas, frekuensi, dan kelindungan. Kelindungan yang dimaksud Kusmana (1997) sebenarnya sebagai bagian dari parameter dominansi.

Kusmana (1997) mengemukakan bahwa dalam penelitian ekologi hutan pada umumnya para peneliti ingin mengetahui spesies tetumbuhan yang dominan yang memberi ciri utama terhadap fisiognomi suatu komunitas hutan. Menurut Soegianto (1994) menyatakan bahwa, masih banyak parameter kuantitatif yang dapat digunakan untuk mendeskripsi komunitas tumbuhan, baik dari segi struktur komunitas maupun tingkat kesamannya dengan komunitas lainnya. Parameter yang dimaksud untuk kepentingan tersebut adalah indeks keanekaragaman spesies dan indeks kesamaan komunitas.

Diantara beberapa parameter yang telah disebutkan di atas akan dijelaskan satu persatu sebagai berikut (Indriyanto, 2006):

1. Densitas

Densitas adalah jumlah individu per unit luas atau per unit volume. Dengan kata lain densitas merupakan jumlah individu organisme persatuan ruang. Istilah yang mempunyai arti sama dengan densitas dan sering digunakan adalah kerapatan diberi notasi  $K$ , untuk kerapatan total dapat dihitung sebagai  $KR-i$ .

2. Frekuensi

Di dalam ekologi, frekuensi dipergunakan untuk menyatakan proporsi antara jumlah sampel yang berisi suatu spesies tertentu terhadap jumlah total sampel. Frekuensi merupakan besarnya intensitas diketemukannya suatu spesies organisme dalam pengamatan keberadaan organisme pada komunitas

atau ekosistem. Apabila pengamatan dilakukan pada petak-petak contoh, makin banyak petak contoh yang di dalamnya ditemukan suatu spesies, berarti makin besar frekuensi spesies tersebut, dan sebaliknya.

### 3. Luas Penutupan

Luas penutupan dapat dinyatakan dengan menggunakan luas penutupan tajuk ataupun luas bidang dasar (luas basal area). Beberapa penulis menggunakan istilah dominansi untuk menyatakan luas penutupan suatu spesies tumbuhan karena parameter tersebut merupakan bagian dari parameter yang digunakan untuk menunjukkan spesies tumbuhan yang dominan dalam suatu komunitas.

### 4. INP (Indeks Nilai Penting)

Indeks nilai penting (*importance value index*) adalah parameter kuantitatif yang dapat dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi (tingkat penguasaan) spesies-spesies dalam suatu komunitas tumbuhan. Spesies-spesies yang dominan (yang berkuasa) dalam suatu komunitas akan memiliki indeks nilai penting yang tinggi, sehingga spesies yang paling dominan tentu saja akan memiliki indeks nilai penting yang paling besar (Soegianto, 1994).

Smith (1992) mendiskripsikan spesies dominan sebagai spesies yang memiliki jumlah paling banyak, memiliki biomasa yang paling besar, menempati ruang yang paling luas, memiliki kontribusi paling besar terhadap aliran energy atau siklus mineral atau mengontrol dan mempengaruhi komponen komunitas lainnya.

Indeks Nilai Penting (INP) atau *importance value index* merupakan indeks kepentingan yang menggambarkan pentingnya peranan suatu jenis vegetasi dalam ekosistemnya. Apabila INP suatu jenis vegetasi bernilai tinggi, maka jenis itu sangat mempengaruhi kestabilan ekosistem tersebut. Agar INP dapat ditafsirkan maknanya maka digunakan kriteria berikut: Nilai INP tertinggi dibagi tiga, sehingga INP dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu tinggi (T), sedang (S), dan rendah (R) (Fachrul, 2007).

#### 5. Indeks Keanekaragaman

Merupakan parameter vegetasi yang sangat berguna untuk membandingkan berbagai komunitas tumbuhan, terutama untuk mempelajari pengaruh gangguan faktor-faktor lingkungan atau abiotik terhadap komunitas atau untuk mengetahui keadaan suksesi atau stabilitas komunitas. Karena dalam suatu komunitas pada umumnya terdapat berbagai jenis tumbuhan, maka makin tua atau semakin stabil keadaan suatu komunitas, makin tinggi keanekaragaman jenis tumbuhannya (Fachrul, 2007).

Keanekaragaman spesies merupakan ciri tingkatan komunitas berdasarkan organisasi biologinya. Keanekaragaman spesies juga dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas, yaitu kemampuan suatu komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil meskipun ada gangguan terhadap komponen-komponennya (Soegianto, 1994). Keanekaragaman spesies yang tinggi menunjukkan bahwa suatu komunitas memiliki kompleksitas tinggi karena interaksi spesies yang terjadi dalam komunitas itu sangat tinggi. Menurut Leksono (2007), keanekaragaman spesies

menggambarkan jumlah total proporsi suatu spesies relatif terhadap jumlah total individu yang ada. Semakin banyak jumlah spesies dengan proporsi yang seimbang menunjukkan keanekaragaman yang semakin tinggi.

## 6. Indeks Simpson

Menurut (Soegianto, 1994) Simpson tidak hanya mempertimbangkan jumlah spesies ( $s$ ) dan jumlah total individu ( $N$ ), tetapi juga proporsi dari total individu yang terjadi dalam setiap spesies. Simpson menunjukkan bahwa jika dua individu diambil secara acak dari suatu komunitas, maka kemungkinan bahwa 2 individu akan dimiliki oleh spesies yang sama adalah,

$$\delta = \frac{\sum ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Dimana  $\delta$  adalah indeks dominansi dan  $ni$  adalah jumlah individu spesies ke- $i$ . Bila suatu komunitas mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi, maka akan mempunyai dominansi yang rendah. Keanekaragaman jenis dapat dihitung dengan rumus,

$$Ds = 1 - \delta$$

$$Ds = 1 - \frac{\sum ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

## 2.9 Pola Distribusi

Individu-individu yang ada di dalam populasi mengalami penyebaran di dalam habitatnya mengikuti salah satu diantara tiga pola penyebaran yang disebut pola distribusi intern. Menurut odum (1993), tiga pola distribusi intern yang

dimaksudkan antara lain; distribusi acak (*random*), distribusi seragam (*uniform*), dan distribusi bergerombol (*clumped*).

### **2.9.1 Distribusi Acak**

Distribusi acak terjadi apabila kondisi lingkungan seragam, tidak ada kompetisi yang kuat antar individu anggota populasi dan masing-masing individu tidak memiliki kecenderungan untuk memisahkan diri.

### **2.9.2 Distribusi Seragam**

Distribusi seragam terjadi apabila kondisi lingkungan cukup seragam diseluruh area dan ada kompetisi yang kuat antar individu anggota populasi. Kompetisi yang kuat antar individu anggota mendorong terjadinya pembagian ruang yang sama (Indriyanto, 2006).

### **2.9.3 Distribusi Bergerombol**

Distribusi bergerombol pada suatu populasi merupakan distribusi yang umum terjadi di alam, baik bagi tumbuhan maupun binatang. Distribusi bergerombol terjadi karena berbagai sebab antara lain (Indriyanto, 2006):

- a. Kondisi lingkungan yang jarang seragam, meskipun pada area yang sempit. Perbedaan kondisi tanah dan iklim pada suatu area akan menghasilkan perbedaan dalam habitat yang penting bagi setiap organisme yang ada di dalamnya, karena suatu organisme akan ada pada suatu area yang faktor-faktor ekologiannya tersedia dan sesuai bagi kehidupannya.
- b. Pola reproduksi dari suatu individu-individu anggota populasi. Bagi tumbuhan yang bereproduksi secara vegetatif, juga bagi binatang yang

masih muda menetap bersama dengan induknya merupakan suatu kekuatan yang mendorong terjadinya penggerombolan.

Distribusi bergerombol dapat meningkatkan kompetisi di dalam meraih unsur hara, makan, ruang dan cahaya. Akan tetapi, pengaruh yang merugikan dari kompetisi itu ternyata sering kali di kompensasi dengan suatu yang menguntungkan. Suatu contoh pepohonan yang tumbuh bersama-sama dalam kelompok pada daerah yang luas dapat terjadi kompetisi yang kuat dalam meraih hara dan cahaya dibandingkan pepohonan tersebut tumbuh terpisah, tetapi pepohonan yang tumbuh dalam kelompok tersebut tahan terhadap pengaruh angin yang kencang, dapat mengendalikan kelembaban udara dan mampu mengendalikan sendiri iklim setempatnya (Indriyanto, 2006).