

MODUL 1

Hutan Tropis dan Faktor Lingkungannya

Dr. Ir. Ibnuul Qayim



PENDAHULUAN

Modul 1 ini membahas pengertian dan batasan hutan tropis serta faktor-faktor lingkungannya. Mengingat faktor lingkungan hutan tropis sangat luas maka modul ini dibagi dalam dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 memuat Batasan dan Pengertian Hutan Tropis, Ciri hutan Tropis serta Penyebaran Geografinya. Batasan dan Pengertian Hutan Tropis sangat perlu dikemukakan lebih dahulu, karena dalam percakapan umum hutan dapat diartikan berbeda-beda. Tidak semua tipe vegetasi bisa dianggap hutan karena itu diperlukan batasan. Selain itu pengertian hutan yang terkait dengan definisi hutan sangat beragam. Ciri Hutan Tropis yang dibahas dalam Kegiatan Belajar 1 ini berstruktur, yaitu pengaturan atau pengorganisasian tumbuhan dalam hutan tropis. Anak bab terakhir dalam Kegiatan Belajar 1 membahas penyebaran geografis hutan tropis, yaitu di negara mana saja ditemukan hutan tropis dan mengapa terjadi hambatan pertumbuhan hutan tropis di seluruh permukaan bumi.

Kegiatan Belajar 2 memuat faktor-faktor lingkungan hutan tropis tentang faktor iklim secara umum, perbedaan iklim pada wilayah-wilayah di permukaan bumi menyebabkan perbedaan struktur hutan tropis yang tumbuh di wilayah tersebut, komponen-komponen iklim yaitu curah hujan, suhu udara, sirkulasi angin, dan kelembaban udara, iklim mikro dalam hutan hujan tropis. Pembahasan ini sangat penting mengingat bahwa perbedaan yang kecil dalam komponen iklim mikro pada suatu pohon menyebabkan perbedaan komposisi dan kelimpahan makhluk hidup yang hidup di pohon tersebut.

Kegiatan Belajar 3 membahas tanah sebagai salah satu faktor lingkungan yang penting dalam hutan tropis. Tanah yang terbentuk sebagai interaksi beberapa faktor lingkungan lain menyebabkan terjadinya variasi dalam sifat fisika dan kimianya. Perbedaan jenis tanah yang demikian menyebabkan perbedaan komposisi hutan tropis. Dalam beberapa hal tanah dapat

membatasi jenis-jenis vegetasi apa yang dapat tumbuh di atasnya; menguraikan suatu bentuk ekosistem tanah yang sangat dinamis dengan membahas keterlibatan faktor biotik di dalamnya.

Setelah mempelajari modul ini, secara umum Anda diharapkan dapat menjelaskan pengertian dan batasan hutan tropis serta faktor lingkungannya. Sedangkan secara khusus Anda diharapkan dapat menjelaskan:

1. batasan dan pengertian hutan tropis;
2. ciri hutan tropis;
3. penyebaran geografis hutan tropis;
4. perbedaan struktur hutan tropis akibat perbedaan iklim; dan
5. tanah sebagai salah satu faktor lingkungan yang penting dalam hutan tropis.

KEGIATAN BELAJAR 1

Pengertian, Struktur, dan Faktor Lingkungannya

A. BATASAN DAN PENGERTIAN HUTAN TROPIS

Tumbuhan di ekosistem daratan tersusun atas gugus masyarakat, seperti layaknya masyarakat manusia dan hewan. Tidak semua tumbuhan dapat secara acak berkumpul dan hidup bersama dengan tumbuhan lain pada waktu dan tempat yang sama. Gugus masyarakat tumbuhan tersebut membentuk suatu tatanan unik dan sangat kompleks, di dalamnya terjadi hubungan timbal balik, tidak hanya dengan tumbuhan lain tapi juga dengan lingkungannya.

Dalam khasanah biologi, gugus masyarakat tumbuhan dikenal dengan istilah vegetasi sebagai kata serapan *vegetatio* dari Bahasa Latin yang berarti hijauan. Vegetasi dapat digolongkan atas beberapa kelompok dan anak kelompok. Penamaan kelompok tersebut dapat menggunakan istilah umum atau istilah ilmu masyarakat tumbuhan (*fitososiologi*).

Hutan hanya salah satu bentuk kelompok vegetasi yang ada di daratan. Bentuk vegetasi lain, misalnya padang rumput, semak, taiga, tundra, dan sebagainya. FAO (*Food and Agriculture Organization*) membuat suatu definisi tentang **hutan** yaitu *suatu bentuk vegetasi yang didominasi oleh pohon yang telah mencapai pertumbuhan sempurna dan mempunyai tinggi minimum 7 m serta mempunyai penutupan tajuk minimum 10% dari permukaan tanah* (Enquette Komission, 1994). Definisi FAO tersebut tentu saja bukan definisi tunggal dan tidak selalu bisa diterapkan pada setiap bentuk vegetasi daratan. Ada yang membuat definisi hutan berdasarkan kelompok vegetasi yang menempati kawasan dengan iklim tertentu, misalnya kisaran suhu udara, kelembaban, dan curahan (presipitasi).

Jika mengikuti definisi FAO maka seperempat dari permukaan daratan, atau sekitar 3,2 miliar hektar daratan diduduki oleh hutan. Hutan dalam pengertian tersebut tumbuh tersebar di permukaan bumi, dari kawasan Sub Kutub Utara hingga bagian selatan Amerika Latin, sedangkan hutan yang menempati kawasan tropis disebut sebagai hutan tropis untuk membedakannya dengan hutan boreal dan hutan ughari (temperate).

Pengertian hutan tropis dalam istilah umum sering kali disamakan dengan hutan hujan tropis. Hutan hujan tropis adalah salah satu bentuk hutan tropis dalam sistem penggolongan hutan menurut variabel iklim. Dalam konteks pembahasan tentang hutan tropis pengertian curahan (presipitasi) hanya mengacu pada curah hujan, bukan bentuk curahan lain seperti salju, hujan es, dan sebagainya. Dengan demikian, kata hutan hujan menyatakan hutan yang dipengaruhi oleh curah hujan baik jumlahnya maupun distribusinya. Padanan istilah hutan hujan adalah *rain forest* (Bahasa Inggris) atau *regenwald* (Bahasa Jerman).

Hutan hujan tropis menempati kawasan seluas 25% dari keseluruhan luas hutan tropis, selebihnya, 32% hutan tropis lembab dan 42% hutan tropis kering. Meskipun hutan hujan tropis paling kecil luasnya namun keragaman hayati yang ada di dalam *hutan hujan tropis* paling tinggi.

B. STRUKTUR HUTAN TROPIS

Struktur hutan tropis adalah cara pengaturan atau pengorganisasian tumbuhan dalam hutan tropis. Pengaturan tumbuhan tersebut bisa dilihat berdasarkan stratifikasi vertikal atau pengelompokan synusia. Stratifikasi vertikal menggambarkan tingkatan **tajuk dari pohon tertinggi** hingga tumbuhan bawah yang ada di lantai hutan, sedangkan pengelompokan synusia adalah pengelompokan tumbuhan berdasarkan **kesamaan relung** (*niche*) ekologi, peran atau bentuk hidupnya.

Pengelompokan synusia yang sederhana, misalnya: pohon, semak, liana, epifit, dan parasit. Pohon dan semak tergolong dalam kelompok tumbuhan yang secara mekanik bebas, karena kelompok tersebut tidak tergantung tumbuhan lain untuk mencapai sinar matahari atau menggunakan pohon lain sebagai penopang tumbuhnya. Liana, epifit, dan parasit sangat bergantung pada tumbuhan lain baik sebagai penopang untuk mendapatkan sinar matahari atau bahan makanan (hara).

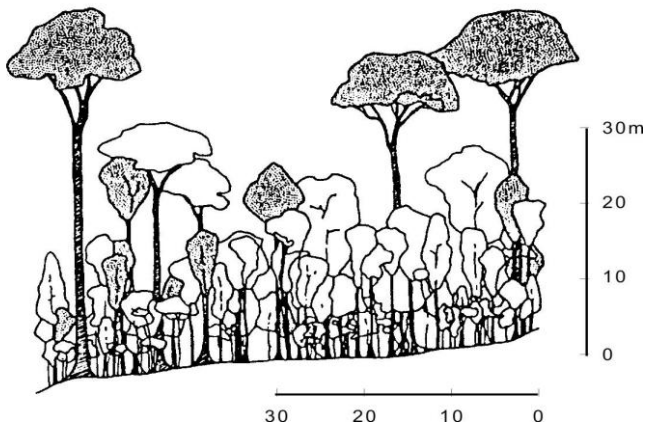
Kelompok synusia yang bebas terlihat secara vertikal membentuk tingkatan-tingkatan berdasarkan ketinggian tajuk. Stratifikasi yang demikian menjadi ciri utama hutan tropis dibandingkan dengan hutan di kawasan beriklim sedang (ugahari). Di hutan ughari sering kali terlihat pohon yang menempati ketinggian pertama, kemudian pohon yang lebih rendah, semak, dan tumbuhan bawah. Semak pun hanya ada beberapa dan tumbuh secara terpencair. Sebaliknya di dalam hutan tropis bisa terlihat tajuk pohon tertinggi

sebagai lapisan pertama, jenis pohon di bawahnya, semak, dan tumbuhan bawah hingga paku.

Stratifikasi dimulai pada pohon tertinggi dengan tajuk rata-rata 45 hingga 55 m, dalam beberapa keadaan dapat mencapai 70 m. Pohon dengan tajuk tertinggi tersebut biasanya mempunyai tajuk yang tidak menyambung dari satu individu ke individu lain (Gambar 1.1). Pohon tersebut hidup sendiri-sendiri atau berkelompok, tampak menonjol dibandingkan dengan strata di bawahnya. Strata pohon teratas ini sering disebut sebagai strata A. Di hutan tropis kawasan Malesiana, strata A sering kali ditempati oleh jenis-jenis pohon anggota famili *Dipterocarpaceae* (meranti-merantian).

Di bawah strata A terbentuk strata B dengan ketinggian tajuk sekitar 30 hingga 35 m. Tajuk dalam strata B tersusun lebih rapat dan jika dilihat dari atas, tampak bahwa kekosongan pada tajuk yang ditempati strata A ditutupi oleh tajuk dari strata B. Meskipun demikian masih terdapat celah tajuk pada strata B. Beberapa jenis pohon dari strata B masih dapat tumbuh untuk mengisi strata A dalam perkembangan lebih lanjut.

Dalam strata C ditemukan lebih sedikit celah tajuk sehingga kerapatan percabangan paling banyak ditemukan pada strata ini dibandingkan strata di atas atau di bawahnya. Bentuk tajuk pada strata C kebanyakan berupa *conus* (kerucut dengan dasar bundar). Bentuk tajuk demikian terutama dari jenis-jenis yang memang murni mempunyai ketinggian strata C, yaitu jenis yang tidak tumbuh lebih tinggi lagi untuk mengisi strata A dan B.



Gambar 1.1
Stratifikasi dalam hutan tropis (Jacobs, 1988)

Strata D adalah jenis tumbuhan dengan ketinggian sekitar 1 m. Jenis tersebut dapat berupa pohon muda, palem, dan paku-pakuan berukuran besar. Strata di bawahnya adalah strata E yang ditempati oleh anakan pohon, semak, dan paku. Strata D dan E umumnya tumbuh terpencair tanpa kontinuitas tajuk dari satu individu ke individu lainnya.

Pembagian strata tersebut tidak selalu ditemukan pada seluruh tipe hutan tropis. Beberapa hutan tropis tidak mempunyai strata A atau E berdasarkan definisi strata, seperti di atas. Beberapa tipe hutan juga tidak menunjukkan stratifikasi yang selalu jelas karena ketinggian tajuknya menyambung pada tiap strata. Di Guyana misalnya, strata B dan C dapat dibedakan dengan tegas tapi antara A dan B terlihat menyambung, beberapa tipe hutan di Kalimantan, terlihat jelas perbedaan antara A dan B tapi antara strata B dan C menyambung. Pembagian strata yang unik dalam hutan tropis tersebut merupakan suatu strategi yang sangat efektif untuk dapat menggunakan sumber energi berupa cahaya matahari.

C. PENYEBARAN GEOGRAFI HUTAN TROPIS

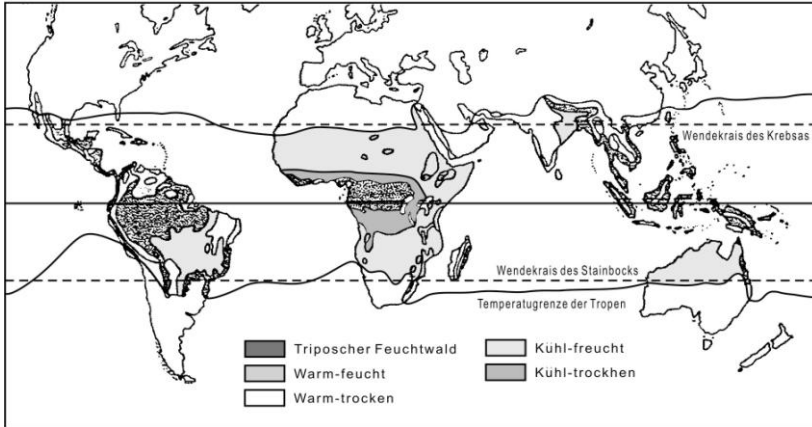
Hutan dapat tumbuh berdampingan atau terpisah dari tipe vegetasi lain menurut sebaran daratan. Pertemuan hutan dengan tipe vegetasi lain ditandai dengan pembentukan mintakat (*zone*) peralihan. Kehadiran mintakat peralihan dan sebaran daratan di permukaan bumi dapat digunakan sebagai batas penyebaran hutan. Suatu batas tegas menurut garis lintang atau garis bujur tidaklah dapat ditentukan secara tepat dalam penyebaran hutan dunia. Kesulitan tersebut muncul karena pengaruh lokal yang menentukan tumbuhnya hutan, selain itu definisi batas hutan sulit disepakati. Namun demikian, secara teori dengan tingkat ketelitian yang rendah, dapat disebutkan angka garis lintang $66,5^{\circ}$ LU sebagai Sabuk Kutub Utara dan $66,5^{\circ}$ LS sebagai Sabuk Kutub Selatan. Di antara dua garis lintang itulah tumbuh hutan dunia. Beberapa pengecualian tetap ada, misalnya ada pakar yang menyebutkan bahwa pada 70° LU masih ditemukan hutan. Kesulitan menetapkan batas hutan tersebut muncul karena pengaruh lokal yang menentukan tumbuhnya hutan serta definisi batas hutan yang beragam.

Hutan yang menempati belahan bumi paling Utara adalah hutan boreal yang terletak antara 50° LU hingga 70° LU. Kawasan ini meliputi bagian utara Eropa, Asia, dan Amerika Utara. Kemudian disusul hutan ughari yang berada antara 50° LU hingga $23^{\circ} 27'$ LU, misalnya di kawasan Laut Tengah,

Amerika Serikat, Eropa Tengah dan Asia Timur. Selain itu hutan ughari juga menempati sisi sebelah Selatan ekuator, yaitu di atas garis $23^{\circ} 27' \text{ LS}$ yang meliputi bagian selatan Amerika Selatan, Australia Selatan Selandia Baru.

Antara $23^{\circ} 27' \text{ LU}$ dan garis $23^{\circ} 27' \text{ LS}$ terbentang kawasan yang diduduki oleh hutan tropis. Angka $23^{\circ} 27'$ tersebut merupakan angka teoritis berdasarkan lintasan semu matahari. Meskipun demikian ternyata hutan masih ditemukan walaupun dalam jumlah sedikit ke Utara di atas garis $23^{\circ} 27' \text{ LS}$, misalnya di Asia Tengah. Sebaliknya ditemukan juga sedikit ke Selatan garis $23^{\circ} 27' \text{ LS}$, seperti di Australia Timur, Afrika Selatan, dan bagian tengah Amerika Latin. Sabuk yang membatasi kawasan tropis ini dalam beberapa bahan bacaan disebut sebagai Garis Balik Kepiting (*cancer*) atau Garis Balik Utara untuk garis $23^{\circ} 27' \text{ LU}$, dan Garis Balik Kambing Gunung (*capricorn*) atau Garis Balik Selatan pada garis $23^{\circ} 27' \text{ LS}$ (Gambar 1.2).

Penyebaran hutan tropis di antara dua garis balik tersebut meliputi sebagian besar Amerika Latin, Afrika, seluruh Asia Selatan, dan Asia Tenggara, serta Australia bagian Utara. Sebagian besar kawasan tersebut memang masih berupa hutan. Namun, dalam kurun waktu terakhir ini terjadi pengurangan luas hutan tropis dengan kecepatan yang sangat tinggi, padahal diketahui bahwa pemulihan kembali hutan tropis berlangsung dalam kurun waktu yang sangat lama. Penebangan hutan untuk pengambilan kayu, konversi hutan untuk lahan pertanian, perumahan dan industri, kebakaran dan pembakaran hutan, kegiatan penambangan dan sejenisnya adalah contoh-contoh kegiatan yang menciutkan cadangan hutan dunia (lihat lebih lanjut Modul: Kerusakan Hutan Tropis).



Gambar 1.2
Batas penyebaran hutan tropis antara garis balik utara
dan garis balik selatan



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apakah perbedaan antara hutan tropis dengan hutan hujan tropis?
- 2) Sebutkan manfaat stratifikasi tumbuhan dalam hutan tropis!
- 3) Terangkan batas penyebaran hutan di dunia serta batas penyebaran hutan tropis

Petunjuk Jawaban Latihan

Latihan soal di atas dapat Anda kerjakan dengan baik jika Anda mencermati:

- 1) Definisi hutan dalam anak Bab Batasan dan Pengertian Hutan Tropis. Kaitkanlah jawaban Anda dengan curah hujan di daerah tropis.
- 2) Hubungan antara energi dan stratifikasi hutan.
- 3) Penyebaran hutan menurut garis lintang.



RANGKUMAN

1. Tumbuhan dalam hutan membentuk hubungan timbal balik dengan tumbuhan lain serta lingkungan tempat hidupnya.
2. Hutan hanya salah satu tipe vegetasi yang tumbuh di daratan. Bentuk tipe vegetasi lain misalnya padang rumput, semak, tundra, dan sebagainya.
3. Hutan hujan tropis merupakan salah satu bentuk hutan tropis yang dicirikan dengan curah hujan yang sangat tinggi dibandingkan wilayah hutan lainnya.
4. Berbeda dengan hutan di daerah beriklim sedang (*ugahari*), hutan tropis mempunyai stratifikasi yang sangat nyata dari pohon tertinggi hingga semak dan paku-pakuan.
5. Stratifikasi tajuk sangat penting sebagai suatu cara untuk memanfaatkan ruang dan cahaya matahari.
6. Meskipun mempunyai stratifikasi yang nyata dibandingkan dengan hutan *ugahari*, hutan tropis di wilayah yang satu dapat berbeda pembagian stratanya dengan yang lain.
7. Batas hutan yang umum digunakan adalah $66,5^{\circ}$ LU dan $66,5^{\circ}$ LS yang disebut sebagai Sabuk Kutub Utara dan Sabuk Kutub Selatan.
8. Batas hutan tropis adalah $23^{\circ} 27'$ LU yang disebut sebagai Garis Balik Kepiting dan $23^{\circ} 27'$ LS, disebut Garis Balik Kambing Gunung. Namun demikian, batas-batas lintang tersebut tidak selalu tepat. Dalam beberapa keadaan terjadi perkecualian.



TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Ilmu yang mempelajari gugus masyarakat tumbuhan disebut
 - A. Fatologi
 - B. Sosiologi
 - C. Fitopatologi
 - D. Fitososiologi
- 2) FAO mendefinisikan hutan sebagai bentuk vegetasi yang didominasi oleh pohon dengan tinggi minimum
 - A. 7 m
 - B. 17 m

- A. 27 m
B. 30 m
- 3) Strata pohon dalam hutan tropis menunjukkan efisiensi dalam pemanfaatan
A. ruang
B. sinar matahari
C. humus
D. pilihan A dan B benar
- 4) Famili yang mendominasi strata A di wilayah hutan Indonesia adalah
A. Dipterocarpaceae
B. Bombacaceae
C. Palmae
D. Orchidaceae
- 5) Wilayah di bawah ini masih memiliki hutan tropis, *kecuali*
A. Amerika Tengah
B. Indochina
C. Amerika Utara
D. Afrika Tengah
- 6) Garis Balik Utara atau Garis Balik Kepiting merupakan garis lintang sebesar
A. 23°27' LU
B. 27°23' LU
C. 32°27' LU
D. 37°32' LU

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2**Iklm Hutan Tropis****A. IKLIM**

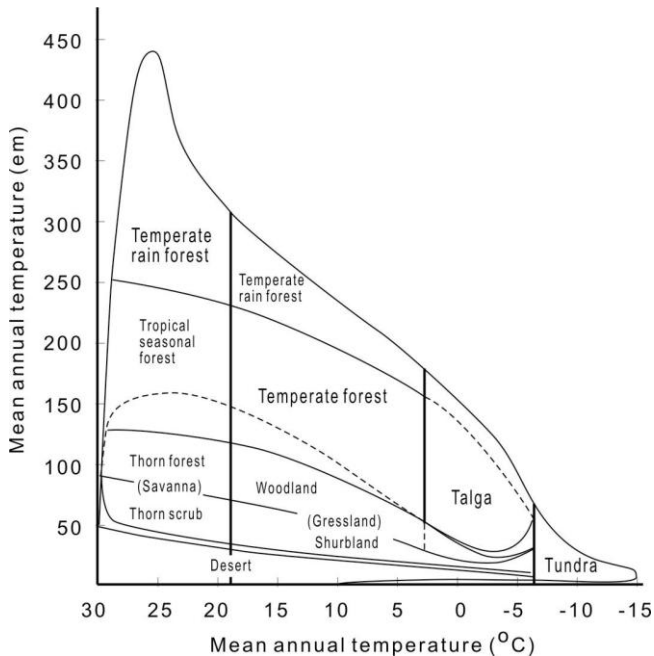
Pakar geografi tumbuhan yang membuat penggolongan hutan tropis berdasarkan iklim selalu memperhitungkan curah hujan, suhu, dan kelembaban udara sebagai pertimbangan utama. Kawasan tropis secara keseluruhan dicirikan dengan ketinggian curah hujan, suhu dan kelembaban udara. Curah hujan terendah sekitar 600 mm per tahun diperkirakan sebagai persyaratan terbentuknya hutan. Pada beberapa kasus di kawasan tropis dijumpai daerah yang mempunyai curah hujan lebih rendah dari 600 mm. Di tempat tersebut biasanya tidak terbentuk hutan.

Variasi iklim di kawasan tropis terjadi karena perbedaan fisiografi, pertemuan antara daratan dan lautan atau antara kepulauan, dan landas kontinen. Bahkan tipe iklim tropis tidak selalu berlaku pada wilayah yang termasuk dalam batas garis lintang tropis.

Perbedaan iklim tersebut sangat mempengaruhi pembentukan dan pertumbuhan hutan serta mintakat peralihan antara hutan dan tipe vegetasi lain. Pada saat terjadi pengaruh lokal yang menyebabkan kondisi iklim berbeda dari tipe iklim tropis secara keseluruhan, maka dalam pembentukan hutan, komponen lingkungan lain seperti tanah akan menjadi faktor dominan. Dengan demikian iklim bukanlah satu-satunya penentu penyebaran hutan dunia.

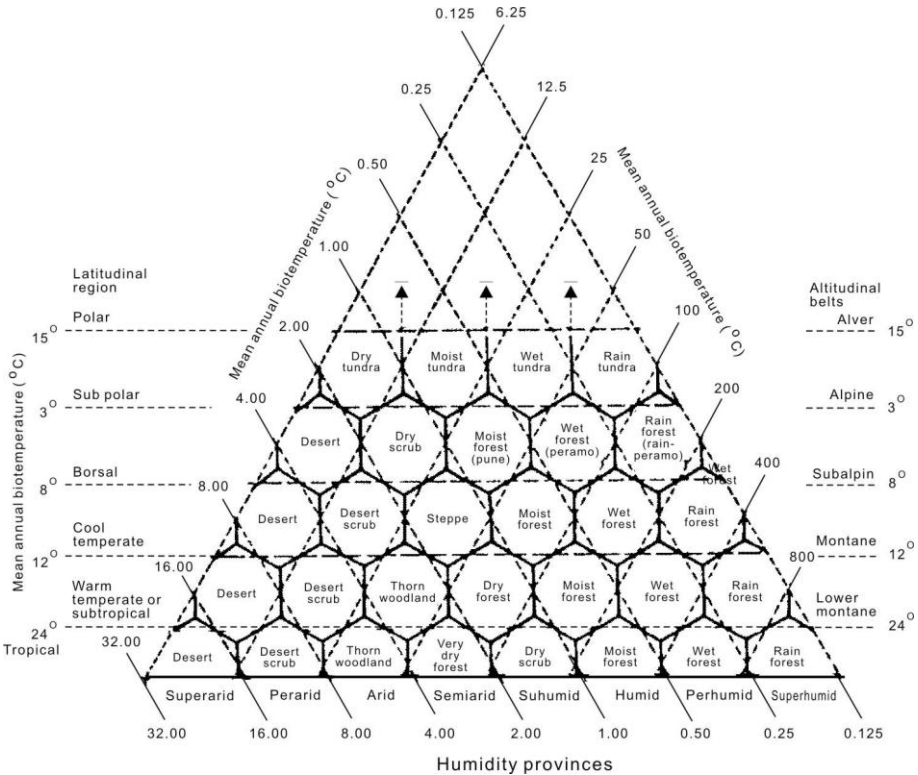
Sebaran vegetasi dunia dapat dipetakan dalam suatu salib sumbu dengan absis suhu rata-rata tahunan dan ordinatnya adalah curahan rata-rata tahunan (Gambar 1.3). Berdasarkan diagram tersebut, maka hutan tropis menempati kawasan dengan suhu rata-rata tahunan $> 17^{\circ}$ C dan curahan rata-rata tahunan > 1500 mm.

Gambar 1.3 hanya memberikan batas-batas umum yang sangat kasar dalam kenyataan penyebaran vegetasi di bumi. Seperti telah disinggung sebelumnya bahwa faktor iklim dapat digantikan oleh faktor tanah dalam pembentukan tipe vegetasi, bahkan dalam beberapa kasus ditemukan bahwa api (kebakaran dan pembakaran) juga dapat menjadi penentu tipe vegetasi yang terbentuk.



Gambar 1.3
Hutan tropis dan tipe vegetasi lain menurut variabel iklim
(Smith, 1992 dengan sedikit perubahan)

Holdridge (1967), membuat klasifikasi formasi vegetasi yang dikenal dengan nama sistem klasifikasi mintakat hayati Holdridge. Asumsi dasar yang digunakan Holdridge adalah (1) vegetasi berkembang sampai tahap stabil (Holdridge tidak menggunakan istilah klimaks) (2) formasi vegetasi berhubungan erat dengan mintakat iklim. Komponen iklim yang diplotkan dalam diagram Holdridge adalah kelembaban udara, total curahan tahunan dan evapotranspirasi potensial (Gambar 1.4). Pada garis vertikal, mintakat hayati Holdridge terbagi enam berdasarkan wilayah garis lintang dan elevasi (ketinggian dari permukaan laut). Wilayah garis lintang dan elevasi dipisahkan berdasarkan suhu rata-rata tahunan yang dinyatakan Holdridge sebagai biotemperatur (Gambar 1.4).



Gambar 1.4

Hutan tropis dalam klasifikasi vegetasi menurut mintakat hayati Holdridge

B. CURAH HUJAN

Curah hujan dinyatakan sebagai tinggi air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sebelum mengalami aliran permukaan, evaporasi, dan infiltrasi ke dalam tanah. Tinggi air hujan tersebut menurut satuan internasional yang disepakati saat ini dinyatakan dalam milimeter (mm). Dalam beberapa literatur disebutkan bahwa curah hujan di hutan tropis sangat tinggi. Data curah hujan yang tercatat memang menunjukkan angka yang besar, misalnya di Assam melebihi 11.000 mm per tahun, di Bogor sekitar 4.250 mm per tahun. Angka tertinggi tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi lokal dan bersifat khusus. Secara umum, pada kawasan yang luas dan

pengamatan berulang-ulang pada waktu yang lama, curah hujan di kawasan tropis hanya berkisar antara 2.500 - 4.000 mm per tahun.

Pertumbuhan vegetasi tidak hanya ditentukan oleh total curah hujan, tetapi juga oleh distribusi hujan. Jumlah hujan yang sama dalam mm akan berbeda pengaruhnya jika tercurah pada waktu yang berlainan. Beberapa pakar geografi tumbuhan bahkan menyebutkan bahwa distribusi hujan tahunan jauh lebih penting dan besar pengaruhnya dibandingkan dengan total curah hujan tahunan. Total curah hujan tahunan yang tinggi tidak selalu terbagi merata pada setiap bulan dalam tahun tersebut. Di Assam seperti disebut sebelumnya, meskipun curah hujan tahunan tinggi, tetapi tidak terbagi merata sepanjang tahun. Sebaliknya di tempat lain dengan curah hujan tahunan yang jauh lebih rendah mungkin terdistribusi lebih merata setiap bulan. Meskipun demikian secara keseluruhan, jika suatu kawasan hutan tropis mempunyai total curah hujan tahunan yang rendah maka biasanya distribusi di hutan tropis tersebut juga tidak merata sepanjang tahun.

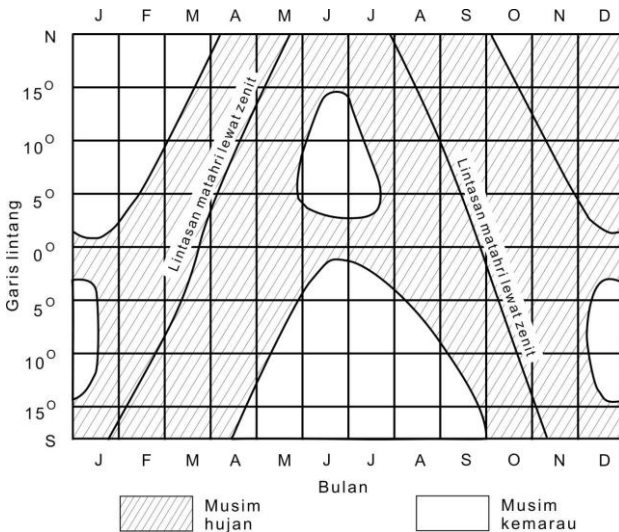
Distribusi hujan dapat dinyatakan dengan melihat data jumlah hari hujan atau bulan basah dan kering. Hari hujan dinyatakan sebagai suatu tempat yang mengalami hujan dengan angka curah hujan 0,5 mm atau lebih. Sedangkan bulan basah menurut Oldeman (1975), adalah suatu bulan dengan curah hujan > 200 mm dan bulan kering <100 mm, di antara keduanya disebut sebagai bulan lembab yaitu (100 - 200) mm. Pakar lain membuat perhitungan yang berbeda, misalnya Schmidt dan Fergusson (1951) menyebutkan angka < 60 mm sebagai bulan kering dan > 100 mm sebagai bulan basah. Perbedaan tersebut muncul karena perbedaan pendekatan setiap pakar, misalnya ada yang membuat klasifikasi iklim berdasarkan potensial evapotranspirasi, neraca air, hubungan iklim dan tipe vegetasi, hubungan iklim dan kesesuaian tanaman pangan, perkebunan, dan sebagainya.

Distribusi curah hujan bulanan dalam skala global dapat dikatakan sebagai fungsi garis lintang. Di sepanjang garis khatulistiwa terdapat titik panas sebagai akibat penyinaran matahari yang sangat intensif. Secara teoritis, titik-titik panas tersebut mengelilingi bumi di garis lintang rendah yang sering disebut sebagai **thermal equator**. Daerah titik-titik panas tersebut menyebabkan massa udara menjadi panas dan terangkat secara vertikal. Pengangkatan massa udara berlangsung besar-besaran karena energi panas yang tersedia berasal dari penyinaran matahari yang pada kawasan tropis dapat mencapai zenit (titik puncak). Lintasan matahari terhadap bumi

bergeser ke arah Utara dan Selatan sampai titik terjauh 23° 27'. Dengan demikian daerah titik-titik panas bergeser mengikuti lintasan matahari.

Jumlah massa udara yang besar dan terangkat di daerah titik panas akan merangsang terjadinya kondensasi dan pembentukan awan sehingga pada akhirnya menimbulkan hujan. Berdasarkan fenomena tersebut E. de Martonne (1958) membuat suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara garis lintang, bulan basah dan bulan kering serta lintasan matahari di kawasan tropis (Gambar 1.4). Meskipun ada pengecualian yang bersifat lokal namun diagram tersebut cukup baik sebagai gambaran umum distribusi hujan di kawasan tropis.

Menurut diagram tersebut, pada garis lintang rendah sampai sekitar 3° LU atau LS terjadi hujan sepanjang tahun. Sedangkan kawasan tropis pada garis lintang antara 3 - 10° baik ke Utara maupun ke Selatan mengalami dua musim hujan dan dua musim kemarau. Namun demikian beberapa pengecualian terjadi karena pengaruh lokal, seperti topografi, landas benua dan kepulauan. Di Asia Tenggara, termasuk di dalamnya Indonesia, distribusi hujan dipengaruhi juga oleh adanya angin Monsoon sehingga pada kawasan dengan garis lintang antara 3 - 10° yang diduga mempunyai dua musim hujan dalam setahun, ternyata hanya turun sekali musim hujan.



Gambar 1.5

Diagram distribusi hujan di kawasan tropis berdasarkan garis lintang dan lintasan matahari (Berdasar E. de Martonne, 1958)

C. SUHU UDARA

Radiasi matahari di kawasan tropis sangat intensif dibandingkan dengan daerah ughari. Radiasi tersebut berhubungan dengan lintasan matahari. Minimal satu tahun sekali terjadi lintasan matahari di zenit atau tepat berada di titik kulminasi. Pergerakan matahari terhadap bumi ke arah Utara dan Selatan khatulistiwa berlangsung sepanjang tahun dengan sudut terjauh $23^{\circ} 27'$. Sudut paling Utara terjadi pada tanggal 21 Juni dan sudut terjauh Selatan terjadi pada tanggal 22 Desember. Pada garis lintang 0° matahari dua kali mencapai zenit masing-masing tanggal 21 Maret dan 22 September.

Suhu udara di kawasan tropis berkisar antara 20° hingga 28° C. Perbedaan suhu antara satu tempat dengan tempat lain di kawasan tropis sering kali terjadi karena perbedaan topografi atau faktor lokal lain. Menurut garis lintangnya perbedaan suhu udara dalam jangka waktu tahunan relatif kecil (Tabel 1.1).

Kawasan dengan garis lintang antara 20° LU hingga 5° LS mempunyai suhu rata-rata tahunan yang sama, sedangkan antara $10-20^{\circ}$ LS terjadi perbedaan suhu rata-rata tahunan antara $1 - 2^{\circ}$ C. Perbedaan suhu rata-rata tahunan di sepanjang kawasan tropis memang dapat menjadi lebih besar jika terjadi musim kemarau yang panjang.

Variasi yang lebih besar pada suhu di kawasan tropis justru terjadi pada suhu diurnal, yaitu perbedaan suhu dalam selang waktu antara pukul 00.00 hingga pukul 24.00. Data tercatat menunjukkan bahwa perbedaan suhu tertinggi dan suhu terendah dalam selang waktu tersebut (diurnal) dapat mencapai 16° C. Hal ini menunjukkan bahwa lebih banyak pengaruh yang disebabkan oleh perbedaan suhu diurnal daripada perbedaan suhu rata-rata tahunan.

Tabel 1.1
Suhu udara rata-rata tahunan di kawasan tropis menurut
perbedaan garis Lintang

No	Garis Lintang (°)	Suhu bulan Januari (°C)	Suhu bulan Juli (C)	Suhu udara rata-rata tahunan (°C)
1	20 U	22	28	26
2	15 U	24	28	26
3	10 U	26	27	26
4	5 U	26	24	26
5	0	26	25	26
6	5 S	26	25	26
7	10 S	26	24	25
8	15 S	26	23	24
9	20 S	25	20	23

Sumber: Sanchez, 1992

Suhu bulanan di kawasan tropis menunjukkan perbedaan yang lebih kecil dibandingkan variasi suhu diurnal. Suhu rata-rata bulanan tertinggi dan suhu rata-rata bulanan terendah berbeda $< 5^{\circ}$ C. Di daerah yang jauh masuk ke dalam landas kontinen, perbedaan suhu bulanan tersebut bahkan $< 1^{\circ}$ C, misalnya di lembah Amazon. Suhu rata-rata tertinggi selalu tercapai di bulan kemarau, sebaliknya suhu terendah terjadi di musim hujan.

Khusus di hutan hujan tropis, suhu pada malam hari berkisar antara 22° - 23° C dan pada malam hari antara 28° hingga 30° C. Kandungan uap air yang tinggi di hutan hujan tropis menyebabkan suhu udara relatif konstan dan jarang melebihi angka 33° C. Suhu rata-rata bulanan tertinggi ekstrem yang pernah tercatat misalnya di Sandakan bagian utara Kalimantan sebesar $34,4^{\circ}$ C dan di Manaus, Brasil mencapai $36,6^{\circ}$ C. Sedangkan suhu rata bulanan terendah dalam hutan hujan tropis pernah tercatat di Samoa sebesar $18,3^{\circ}$ C.

Variasi suhu udara juga terjadi karena perbedaan ketinggian tempat (elevasi). Secara keseluruhan, suhu udara turun antara $0,4^{\circ}$ hingga $0,7^{\circ}$ C pada setiap kenaikan elevasi 100 m. Kawasan hutan dataran rendah di Indonesia 0 - 200 m d.p.l (di atas permukaan laut) berkisar antara $25-27^{\circ}$ C, sedangkan hutan di kaki bukit 200-1000 m d.p.l berkisar antara 19° hingga 24° C, di atas ketinggian 1000 m d.p.l suhu tercatat pada selang $13-18^{\circ}$ C (Richards, 1957).

D. SIRKULASI ANGIN

Hukum-hukum Newton tentang kesetimbangan, percepatan dan reaksi-reaksi menjadi dasar dalam pergerakan partikel. Hal tersebut juga berlaku di dalam atmosfer yang mengandung banyak partikel. Partikel tersebut bergerak dengan adanya gabungan gaya-gaya yang sedang berinteraksi. Interaksi gaya tersebut menyebabkan ketidakseimbangan dalam atmosfer, karena itu massa udara akan bergerak agar keseimbangan tetap terjaga. Pergerakan massa udara itulah yang disebut **angin**.

Sirkulasi pergerakan massa udara karena adanya perbedaan suhu, pada akhirnya akan menyebabkan perbedaan tekanan. Dengan demikian udara berpindah secara alami dari tempat bertekanan tinggi ke tempat bertekanan rendah. Aliran udara tersebut mungkin dihalangi oleh bentuk permukaan bumi seperti pegunungan, atau dipercepat oleh relief yang lain seperti lembah. Selain itu aliran udara tersebut juga dapat bertumbukan dengan aliran udara yang lain.

Seperti telah disinggung sebelumnya bahwa di sepanjang garis khatulistiwa terjadi penyinaran matahari yang sangat intensif. Kemiringan poros bumi dan rotasinya menyebabkan permukaan bumi yang terkena sinar matahari langsung berubah sepanjang tahun. Dengan demikian seolah-olah matahari bergerak dalam lintasanya sampai ke garis balik utara dan selatan. Pemanasan yang tinggi tersebut membentuk kawasan yang disebut sebagai *Inter Tropical Convergence Zone* (ITCZ). Wilayah ITCZ dapat bergeser sepanjang tahun.

Massa udara di kawasan ITCZ diangkat dengan bantuan energi dari intensitas matahari yang tinggi. Pengangkatan massa udara itu menyebabkan kekosongan di wilayah ITCZ bagian bawah sehingga tekanan udara menjadi rendah. Secara alami kekosongan massa udara tersebut digantikan oleh massa udara lain yang berasal dari wilayah dengan tekanan yang lebih tinggi. Peristiwa tersebut menjadi penyebab munculnya angin pasat. Angin pasat bertiup dengan kecepatan konstan dan mempunyai arah hembusan yang sama. Angin pasat dari sebelah Utara khatulistiwa bertiup dari arah Timur Laut hingga Utara sedangkan dari belahan bumi selatan angin datang dari arah Tenggara. Khusus untuk wilayah Indonesia angin pasat Utara hingga Timur Laut membawa massa udara dari Samudra Pasifik yang relatif basah, sedang dari arah Tenggara membawa massa udara dari daratan Australia yang relatif kering.

Kembali ke wilayah ITCZ, massa udara yang naik ke atas secara vertikal kemudian berpindah secara horizontal dan terbagi arah ke lintang utara dan lintang selatan. Jika angin pasat mengarah ke khatulistiwa maka angin atas ini menjauhi khatulistiwa. Selain itu terjadi kesinambungan antara aliran udara atas dengan angin pasat. Kesinambungan dan perbedaan arah hembusan angin inilah yang menyebabkan aliran udara tadi dinamakan **angin anti pasat**.

Selain angin anti pasat, kawasan tropis juga dipengaruhi oleh angin monsun. Angin monsun merupakan perpindahan massa udara yang disebabkan oleh perbedaan suhu antara daratan dan lautan dalam skala yang luas. Pergantian musim panas dan dingin lebih terasa di daratan dibandingkan dengan lautan yang mempunyai suhu yang relatif konstan. Dengan demikian terjadi konveksi di daratan yang menyebabkan wilayah bertekanan rendah di permukaan daratan, sehingga udara mengalir dari permukaan lautan yang bertekanan lebih tinggi.

Bagi hutan tropis, angin merupakan salah satu komponen lingkungan yang penting. Angin bervariasi menurut jumlahnya merupakan agen yang dapat meningkatkan laju evapotranspirasi tumbuhan. Percepatan laju transpirasi akan dapat menurunkan kelembaban udara bahkan pada sabuk-sabuk hutan tropis yang terkenal sangat lembab. Secara mekanik angin juga dapat mempengaruhi jalan dan arah suksesi vegetasi di dalam hutan.

E. KELEMBABAN UDARA

Lingkungan hutan tropis juga dicirikan dengan kelembaban udara yang tinggi. Dalam beberapa kasus, kelembaban udara dapat mencapai titik embun, yaitu kandungan uap air mencapai jenuh di udara. Di Indonesia kelembaban udara relatif rata-rata 80%. Kelembaban tertinggi misalnya terjadi di hutan hujan tropis yang terletak di dataran tinggi. Pegunungan di perbatasan antara Kalimantan Barat dan Kalimantan Utara, di punggung gunung perbatasan antara Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Tenggara sering tercatat angka kelembaban relatif 100% terutama terjadi pada suhu udara mencapai minimum di pagi hari (pengukuran dan pengamatan pribadi).

Kelembaban udara relatif sebenarnya hanya salah satu bentuk untuk menyatakan kandungan uap air di udara. Kelembaban udara juga dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak dan defisit tekanan uap air. Kelembaban udara relatif adalah perbandingan antara kandungan uap air

aktual dengan keadaan jenuhnya sesuai dengan kapasitas udara menampung uap air. Jika kandungan uap air di udara itu diekspresikan sebagai tekanan uap air aktual (e_a) dan kapasitas udara menampung uap air adalah tekanan uap jenuh (e_s) maka perbandingan keduanya merupakan perbandingan relatif, sehingga disebut sebagai kelembaban udara relatif (RH, *relative humidity*). Satuan perbandingan tersebut menggunakan persen (%).

$$RH = \frac{e_a}{e_s}$$

Jika $e_a = e_s$, maka $e_a / e_s = 1$ sehingga $RH = 100\%$. Tekanan uap jenuh atau kapasitas udara menampung uap air sangat ditentukan oleh suhu udara. Suhu udara yang tinggi menampung uap air yang lebih banyak dari pada suhu udara yang rendah, atau nilai e_a akan semakin besar dengan meningkatnya suhu udara. Jadi, pada nilai e_a yang tetap, nilai RH akan semakin kecil jika suhu udara meningkat, kebalikannya nilai RH akan semakin besar jika suhu udara turun. Dengan demikian dapat dimengerti bahwa pada pagi atau dini hari, saat suhu harian mencapai minimum di hutan hujan tropis, nilai RH dapat mencapai angka maksimum 100%. Pada saat itu tercapai titik embun. Jika suhu terus menurun maka terjadi kondensasi yang mengubah uap air di udara menjadi butiran air.

Kelembaban mutlak menyatakan kandungan uap air yang ada di udara. Dari kandungan uap air tersebut dapat diukur massa uap air atau tekanannya. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual. Berdasarkan pertimbangan praktis dan alat yang digunakan untuk pengukuran kelembaban udara maka pernyataan kelembaban yang sering digunakan adalah kelembaban udara relatif.

Namun demikian, defisit tekanan uap air lebih banyak berhubungan dengan neraca air bagi tumbuhan dan lebih-lebih vegetasi. Tumbuhan harus menjaga agar air tetap tersedia dari ujung akar hingga ke puncak kanopi atau tajuk, selain itu air ditranspirasikan melalui stomata di daun. Jumlah air yang dapat ditranspirasikan tergantung pada defisit tekanan uap air (lihat lebih lanjut modul Fisiologi Tumbuhan).

Kelembaban udara mempunyai kisaran tempat dan waktu. Kisaran menurut tempat sebenarnya merupakan fungsi perubahan kelembaban udara berdasarkan perubahan suhu serta ketersediaan air yang menjadi sumber kandungan uap air di udara. Tempat yang mempunyai ketersediaan air yang tinggi serta suhunya panas, seperti di Kalimantan cenderung mempunyai

kelembaban udara yang tinggi. Lebih-lebih jika tempat tersebut terletak cukup tinggi dari permukaan laut. Pada kasus elevasi tinggi tersebut, kelembaban udara meningkat karena suhu di tempat tersebut relatif rendah.

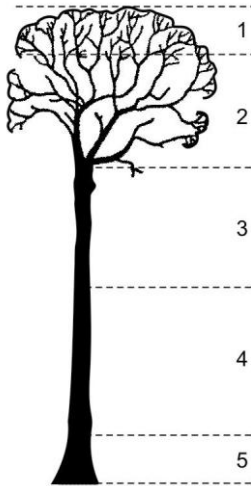
Kisaran kelembaban udara juga terjadi menurut perbedaan waktu. Di pagi atau dini hari tercapai kelembaban udara mendekati maksimum harian, sedangkan di tengah hari terukur kelembaban udara yang mendekati minimum harian. Perubahan tersebut juga tidak terlepas dari perbedaan suhu udara harian.

Secara umum kelembaban udara di hutan hujan tropis pada malam hari mendekati titik embun, sedangkan di siang hari pada saat musim kemarau kelembaban terendah dapat mencapai 55% atau pada saat tertentu bisa lebih rendah. Bahkan di Bogor yang terkenal sebagai daerah dengan curah hujan tinggi di Indonesia, pernah tercatat kelembaban udara terendah 28%. Kelembaban udara minimum lainnya yang pernah tercatat di kawasan tropis, misalnya di Pontianak 35% atau di Kongo 56%, Uganda 42% serta Nigeria 11% (Richards, 1957).

F. IKLIM MIKRO DI HUTAN HUJAN TROPIS

Air sebagai pemasok uap air di udara dalam hutan berasal dari dua sumber, yaitu (1) air dari permukaan yang basah, ranting, daun atau lantai hutan, (2) transpirasi aktif tumbuhan melalui stomata di daun. Jumlah uap air yang dihasilkan seperti disinggung sebelumnya tergantung pada kelembaban udara, suhu, dan kecepatan angin. Semakin tinggi suhu dan semakin cepat angin berhembus maka proses penguapan dari kedua sumber uap air tersebut dapat dipercepat. Kecepatan angin dan suhu udara secara mikro berbeda pada berbagai ketinggian pohon. Dengan demikian pohon dan secara bersamaan adalah vegetasi, membentuk iklim mikro yang sangat berpengaruh bagi kehidupan makhluk hidup lainnya.

Logman dan Jenik (1974) membagi mintakat iklim mikro pada pohon hutan (Gambar 1.6) sebagai berikut:



Keterangan Gambar 1.6

1. Puncak tajuk, terbuka terhadap cuaca liar, sering kali dihuni oleh epifit mikro.
2. Bagian tajuk yang terlindungi, terdapat dominasi epifit
3. Batang bebas cabang bagian atas, tempat hidup lumur kerak (liken)
4. Batang bagian tengah yang lembab, diduduki oleh liken dan lumut
5. Pangkal Batang, terdapat akar papan atau bagian pangkal yang lembab dan terlindungi, terdapat dominasi lumut.

Gambar 1.6
Mintakat iklim mikro pada pohon hutan (Logman dan Jenik, 1974)



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Mengapa terjadi variasi iklim di kawasan Tropis?
- 2) Berapa curah hujan tahunan terendah agar suatu wilayah dapat membentuk hutan?
- 3) Selain intensitas hujan, sifat hujan apakah yang menentukan pembentukan hutan di suatu wilayah?
- 4) Terangkan apa yang disebut dengan titik-titik panas?
- 5) Apa yang Anda ketahui tentang istilah suhu diurnal?
- 6) ITCZ kepanjangan dari yang artinya
- 7) Mengapa komposisi makhluk hidup di suatu pohon dapat berbeda-beda berdasarkan ketinggian pohonnya.

Petunjuk Jawaban Latihan

Latihan soal dalam Kegiatan Belajar 2 dapat Anda kerjakan dengan cara mempelajari:

- 1) Hubungan antara keragaman topografi dan fisiologi dengan keragaman iklim.
- 2) Arah lintasan sinar matahari karena pengaruh rotasi bumi dan bentuk bumi yang elips.
- 3) Perubahan iklim mikro pada pohon dalam hutan.

**RANGKUMAN**

1. Variasi iklim terjadi karena perbedaan fisiografi, pertemuan daratan dan lautan.
2. Holdridge menggolongkan tipe vegetasi berdasarkan perubahan komponen iklim yaitu kelembaban udara, total curah hujan tahunan, dan evaporasi potensial.
3. Pembentukan hutan tidak hanya ditentukan oleh intensitas hujan, tetapi juga oleh distribusi hujan.
4. Sirkulasi massa udara terjadi karena perubahan suhu. Khatulistiwa mengalami pemanasan intensif sehingga terbentuk ITCZ yang menyebabkan pembentukan angin pasat.
5. Kelembaban udara secara umum menyatakan kandungan uap air di udara. Di hutan tropis kelembaban udara sangat tinggi bahkan sering kali mencapai titik embun.

**TES FORMATIF 2**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Jika dibandingkan dengan wilayah beriklim sedang, kawasan tropis bercirikan
 - A. curah hujan lebih rendah
 - B. kecepatan angin lebih tinggi
 - C. suhu lebih rendah
 - D. kelembaban udara lebih tinggi

- 2) Klasifikasi vegetasi berdasarkan permintakatan (zonasi) iklim dikenal dengan klasifikasi
 - A. Fergusson
 - B. Holdridge
 - C. Smith
 - D. Fibonacci

- 3) Hari hujan adalah jika
 - A. sepanjang hari terjadi hujan
 - B. hujan pada siang hari
 - C. hujan lebih dari 5 mm dalam sehari semalam
 - D. hujan lebih dari 0,5 mm dalam sehari semalam

- 4) Pergerakan massa udara disebut
 - A. ITCZ
 - B. titik panas
 - C. angin
 - D. pasat

- 5) Angin yang bertiup dari sebelah Utara Khatulistiwa sebagai respons kekosongan udara di ITCZ adalah
 - A. monsun
 - B. pasat
 - C. anti pasat
 - D. badai

- 6) Perbandingan relatif antara tekanan uap air aktual dan tekanan uap jenuh adalah
 - A. titik panas
 - B. titik embun
 - C. ITCZ
 - D. RH

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3**Tanah Hutan Tropis**

Modul 1 ini diakhiri dengan Kegiatan Belajar 3 yang membahas tanah sebagai salah satu faktor lingkungan yang penting dalam hutan tropis. Anda sudah mempelajari peranan iklim yang dapat menentukan struktur dan komposisi hutan tropis. Dalam Kegiatan Belajar 3 ini akan didiskusikan juga bahwa tanah merupakan faktor lingkungan hutan yang sama pentingnya dengan iklim. Tanah yang terbentuk sebagai interaksi beberapa faktor lingkungan lain menyebabkan terjadinya variasi dalam sifat fisika dan kimianya. Perbedaan jenis tanah yang demikian menyebabkan perbedaan komposisi hutan tropis. Dalam beberapa hal tanah dapat membatasi jenis-jenis vegetasi apa yang dapat tumbuh di atasnya.

Anak bab terakhir dalam Modul 1 menguraikan suatu bentuk ekosistem tanah yang sangat dinamis dengan membahas keterlibatan faktor biotik di dalamnya.

A. TANAH

Tanah di kawasan tropis mempunyai variasi yang cukup tinggi baik sifat fisika maupun sifat kimianya. Variasi tersebut sebagai bagian yang tak terpisahkan dari variasi suhu dan curah hujan di kawasan tropis. Bahkan dapat disebutkan bahwa keragaman tanah di daerah tropis sebanding dengan keragaman kondisi iklimnya, baik lokal maupun regional. Selain itu hubungan timbal balik antara vegetasi alami dan tanah sangat dekat sehingga keragaman tipe vegetasi juga menunjukkan secara langsung dan tidak langsung pada keragaman sifat fisika dan kimia tanah.

Keragaman sifat fisika dan kimia tanah di kawasan tropis tersebut dapat dinyatakan sebagai sebaran kesuburan dan produktivitas tanah dari ekstrem sangat subur dan produktif hingga ekstrem infertil. Meskipun demikian jika ingin dibuat pernyataan umum tentang tanah kawasan tropis, terdapat persamaan pada warnanya yaitu merah terang atau kuning, umumnya mempunyai tekstur lempung dan berliat, juga ditemukan tekstur berpasir pada lapisan-lapisan atas, kandungan basa relatif rendah, fraksi liatnya cukup kaya dengan aluminium dan silika. Bagian terbesar tanah tropis merupakan tanah liat kuning atau merah yang sangat intensif terkena pencucian

(*leaching*) dan sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim serta mempunyai kandungan hara yang rendah. Dalam beberapa sistem klasifikasi tanah yang umum, tanah tersebut digolongkan sebagai oksisol dan ultisol yang meliputi sekitar 51% tanah tropis (Sanchez, 1976).

Pada kawasan tropis di Amerika Selatan, 52,3% tanahnya adalah jenis tanah yang tercuci tingkat lanjut dan kandungan hara rendah, hanya 13,7% tanah di sana yang tergolong subur secara potensial. Sebaliknya di Amerika Tengah tanah yang subur secara potensial lebih luas, yaitu 44,1 %, sedangkan tanah yang tercuci dan kadar hara rendah hanya 7,9%. Di kawasan tropis Afrika dan Asia sekitar 50% tanahnya tergolong tidak subur dan hanya sekitar 27% yang tergolong subur. Dengan demikian secara keseluruhan tanah di kawasan tropis adalah tanah miskin. Meskipun pada beberapa kasus, dalam luasan yang terbatas, tanah aluvial, yang berdekatan dengan sungai-sungai di kawasan tropis tergolong dalam wilayah pertanian paling subur di dunia.

B. GEOMORFOLOGI TANAH TROPIS

Pemahaman yang lebih baik dari sifat fisika dan kimia tanah kawasan tropis selayaknya dilihat dari awal proses pembentukan tanahnya. Proses pembentukan tersebut lebih lanjut dipelajari dalam cabang ilmu khusus yang disebut geomorfologi. Tanah sebagai unsur utama pembentuk bentang alam (*landscape*) terbentuk dari interaksi yang sangat kompleks dari faktor iklim, bahan induk (*parent materials*) atau batuan induk (*parent rock*), vegetasi dan makhluk hidup lain, seperti biota tanah, topografi, aktivitas manusia, erosi, gejala tektonik, vulkanik, sedimentasi, dan sebagainya.

Pembentukan tanah yang dipengaruhi oleh banyak faktor seperti di atas berlangsung secara bertahap dalam waktu yang lama, yaitu dari tanah muda hingga tanah yang telah lanjut berkembang. Satuan waktu tersebut dapat ribuan hingga jutaan atau bahkan miliar tahun. Oleh sebab itu, satuan waktu evolusi tersebut juga sering dinamakan waktu geologi. Mengingat pentingnya peranan waktu tersebut maka waktu juga dapat dianggap sebagai salah satu faktor pembentuk tanah.

Beberapa pakar menyebutkan bahwa bahan dan batuan induklah yang menentukan sifat fisik dan kimia tanah yang akan terbentuk. Hal tersebut mengingat bahwa bahan atau batuan induk menjadi bahan baku pertama yang berubah menjadi tanah sejalan dengan perubahan waktu. Jenis batuan induk

tersebut dengan demikian sangat menentukan arah perkembangan dan pembentukan tanah tahap berikutnya, misalnya kekayaan hara dan pH tanah. Pendapat lain menyebutkan bahwa faktor iklim yang sangat menentukan, apapun jenis bahan dan batuan induk jika kondisi iklimnya sama maka hasil akhir tanah yang terbentuk tetap sama. Sebagian lainnya menyebutkan bahwa vegetasi dan biotalah yang menjadi penentu sifat fisika dan kimia tanah.

Vegetasi akan mampu mengubah iklim mikro yang pada gilirannya menjadi salah satu faktor pembentuk tanah. Vegetasi juga berperan penting dalam daur hara dan menjamin kehidupan biota tanah yang akan menentukan kesuburan tanah atau ketersediaan hara. Terlepas dari pertentangan pendapat tersebut kiranya dapat dilihat bahwa bahan induk, vegetasi, iklim, waktu, topografi, dan lain-lainnya secara bersamaan membentuk tanah hingga perkembangannya menjadi tanah dewasa. Seluruh faktor tersebut secara bersamaan adalah keseimbangan suatu sistem ekologi yang disebut sebagai ekosistem. Contoh konkret yang dapat dilihat adalah hutan yang telah ditebang habis vegetasinya akan mengubah profil tanah, mengubah iklim mikro ataupun makro.

Batuan yang terdedah (*exposed*) terhadap udara luar akan mengalami perubahan baik secara fisika maupun kimia. Perubahan sifat fisika misalnya terjadi karena pemanasan dan pendinginan pada batuan yang langsung terkena sinar matahari. Di daerah tropis yang lembab dan basah, batuan yang terdedah tersebut dipercepat perubahan kimianya dengan kehadiran air sebagai pelarut dan sekaligus pereaksi.

Air juga berperan dalam proses pengangkutan dan sedimentasi tanah. Pengangkutan tanah dimulai dari peristiwa erosi yang disebabkan oleh pukulan butiran hujan yang jatuh di permukaan tanah. Di dalam hutan butiran air hujan tersebut sebenarnya telah ditahan pukulannya melalui tajuk pohon. Selain itu adanya stratifikasi tajuk (pohon yang lebih rendah) hingga semak dan akhirnya masih ditahan oleh seresah di lantai hutan yang juga dapat mengurangi energi jatuhnya air hujan. Namun demikian, air yang mengalir melalui batang juga dapat membentuk aliran permukaan yang menghanyutkan lapisan atas tanah. Pengangkutan butiran tanah yang terlepas tersebut berlangsung lebih intensif pada permukaan tanah yang miring. Jika energi dari aliran permukaan tersebut tidak mampu lagi mengangkut tanah yang terkikis maka tanah mulai diendapkan. Pada keadaan inilah proses sedimentasi dimulai.

Sedimentasi yang membentuk tanah aluvial merupakan salah satu mekanisme pembentukan tanah. Tanah aluvial sering disebut-sebut sebagai tanah yang cocok untuk penggunaan di bidang pertanian di kawasan tropis. Namun demikian, tidak selalu berlaku umum. Sedimentasi yang menghasilkan tanah yang subur hanya jika sedimentasi tersebut memang berasal dari tanah tererosi yang juga subur.

Pembentukan tanah lainnya yang diistilahkan dengan *podsolisasi* dan *laterisasi* merupakan terminologi yang digunakan pada proses pembentukan tanah yang mengarah pada hasil akhir tanah podsolik dan latosol. Konsep tersebut sebenarnya digunakan pada masa-masa awal perkembangan ilmu tanah. Dekade terakhir ini telah dibuat suatu sistem klasifikasi dan pedogenesis yang jauh lebih komprehensif dan rinci. Lebih lanjut lihat bahan bacaan tentang perkembangan ilmu tanah modern yang tidak mungkin ditulis dalam modul ini.

C. FAKTOR BIOTIK DALAM PEMBENTUKAN TANAH

Tahapan pertama pengaruh vegetasi terhadap tanah adalah perubahan iklim mikro tanah. Selain itu seperti yang sudah dibahas adalah intersepsi curah hujan dan modifikasi suhu dan kelembaban permukaan tanah. Tanah dan vegetasi secara bersamaan berubah sejalan dengan waktu. Tanah berkembang dari tanah muda, begitu juga vegetasi mengalami suksesi dengan tahapan-tahapannya. Kedua perubahan tersebut dapat saling bergantung dan mempengaruhi. Misalnya pada tanah yang relatif muda, vegetasi yang tumbuh hanyalah vegetasi pionir yang dapat bertahan terhadap kondisi miskin hara dan iklim yang ekstrem. Perkembangan tanah tahap lanjut menciptakan misalnya tanah menjadi lebih cocok untuk pertumbuhan vegetasi yang lebih beragam. Pada saat yang sama vegetasi memodifikasi suhu dan kelembaban permukaan tanah serta menyediakan relung (*niche*) bagi flora dan fauna tanah sehingga tanah lebih cepat berkembang dengan kehadiran biota tanah yang lebih banyak dan beragam.

Pada sisi yang lain vegetasi mempengaruhi perkembangan tanah dengan penyediaan humus hasil penguraian serasah (*litter*) yang jatuh di lantai hutan. Hasil penguraian serasah yang berasal dari daun yang mati atau gugur, bunga, buah, ranting, cabang atau dahan, dan juga pohon yang mati. Hladik dan Hladik (1972), menduga bahwa terdapat sekitar 5 sampai 13 ton serasah per tahun yang jatuh ke lantai hutan di kawasan tropis. Namun kecepatan

penguraian serasah tersebut seimbang dengan kecepatan penimbunannya di lantai hutan.

Serasah yang jatuh dalam lingkungan iklim yang lembab dan cukup panas melapuk secara mekanik, kimiawi, dan biologis. Kumbang dan larva bekerja dengan kecepatan sangat tinggi dan efektif misalnya menghancurkan pohon yang tumbang. Jamur dan cendawan lain mempercepat pelapukan dengan bantuan hifa berikut enzim ekstra dan intra seluler. Rayap yang sangat kaya keragamannya di tropis bekerja dengan cara yang berbeda dalam proses pelapukan, mengingat bahwa rayap mempunyai kemampuan untuk mencerna selulosa sehingga penghancuran berlangsung lebih cepat. Hingga saat ini diduga tidak kurang dari 2000 spesies rayap yang ada di kawasan tropis dengan besar populasi yang cukup untuk mengurai deposit serasah di lantai hutan.

Peran lain dimainkan oleh semut yang jumlah spesiesnya mencapai ribuan dengan ukuran berkisar antara 3 hingga 30 mm. Semut juga berperan pada tahap awal penghancuran secara mekanik dengan memotong serasah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil sehingga dapat dipindahkan ke sarangnya. Tahapan lebih lanjut adalah peranan cacing tanah, millipoda, jamur dan bakteri yang bekerja sangat efektif dalam lingkungan iklim mikro yang cocok. Secara keseluruhan peran makro biota tanah ataupun mikrobiota menjamin proses penghancuran dan pengurai serasah menjadi ion yang tersedia bagi akar tumbuhan sebagai hara di dalam tanah.

Penguraian serasah yang berbentuk daun, batang, bunga, buah, cabang, dahan, atau bahkan bagian tubuh hewan, dan pengurai itu sendiri berlangsung terus menerus. Semula serasah mempunyai bentuk, tetapi setelah terurai lebih lanjut, bahan organik tersebut menjadi amorf (tidak dapat dikenali lagi bentuk asalnya). Dalam keadaan demikian berarti telah terbentuk humus yang telah menjadi bagian tak terpisahkan dari tanah. Humus yang menempati lapisan atas tanah biasanya berwarna gelap dan sarang. Pengertian sarang dalam hal ini adalah tanah yang telah meningkat volume porinya.

Humus berfungsi, seperti perekat partikel tanah yang membentuk agregat tanah yang lebih gembur, meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air. Kemampuan istimewa lain dari humus adalah daya serapnya (*adsorb*) terhadap ion, seperti kalsium, kalium, amonium dan magnesium. Ion-ion tersebut dapat dilepaskan lagi sehingga dapat diserap (*absorb*) oleh akar tumbuhan sebagai hara. Humus juga mendukung aktivitas mikroorganisme sehingga dapat mengurai humus itu sendiri menjadi komponen-komponennya

yang lebih sederhana. Di tanah tropis jumlah humus tersebut sangat ditentukan oleh dinamika, struktur, dan komposisi vegetasinya. Jika terdapat gangguan seperti adanya penebangan dan sejenisnya maka kemampuan untuk menghasilkan humus tersebut akan sangat menurun dan memerlukan waktu yang lama hingga vegetasi kembali pulih dan pendauran hara berjalan normal.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Mengapa sebagian besar tanah di hutan tropis tergolong sebagai tanah miskin?
- 2) Apakah tanah aluvial selalu subur? Terangkan jawaban Anda!
- 3) Jelaskan fungsi biota tanah dalam penyediaan hara bagi tumbuhan!
- 4) Apa yang disebut tanah sarang?

Petunjuk Jawaban Latihan

Latihan soal dapat Anda kerjakan dengan baik jika:

- 1) Anda mengetahui hubungan antara curah hujan dan suhu di kawasan tropis.
- 2) Mampu menerangkan proses awal pembentukan tanah aluvial.
- 3) Mengerti dan mampu menjelaskan pengaruh dekomposisi bahan organik.
- 4) Menjelaskan hubungan antara volume pori tanah dan kesarangan tanah.



RANGKUMAN

1. Sebagian besar tanah kawasan tropis adalah tanah yang mengalami pencucian intensif, sangat dipengaruhi iklim dan mempunyai kandungan hara rendah.
2. Tanah terbentuk setelah terjadi pelapukan bahan induk sebagai bagian interaksi perubahan iklim, biota, topografi dalam perjalanan waktu.

3. Erosi di hutan tropis dapat dikurangi karena stratifikasi tajuk dan penutupan lantai hutan oleh serasah.
4. Peranan faktor biotik dalam pembentukan tanah dimulai dari pengaruh biota pioner, biota tanah hingga perubahan iklim mikro oleh vegetasi.
5. Produk serasah yang tinggi di hutan tropis diimbangi dengan kecepatan dekomposisinya, sehingga terjadi pendauran bahan secara cepat.
6. Fauna tanah dapat membantu pelapukan bahan organik secara mekanis maupun biologis.



TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Berikut adalah ciri umum tanah tropis *kecuali*
 - A. kandungan hara rendah
 - B. sebagian besar berwarna merah terang atau kuning
 - C. tergolong tanah miskin
 - D. sebagian besar aluvial
- 2) Biota tanah membantu dekomposisi dengan cara
 - A. mekanik
 - B. kimiawi
 - C. biologi
 - D. semua jawaban benar
- 3) Termasuk serasah, *kecuali*
 - A. bunga
 - B. buah
 - C. batang
 - D. batuan
- 4) Berikut adalah beberapa hal yang Anda ketahui tentang humus
 - A. di lapisan bawah tanah
 - B. berasal dari pelapukan batuan
 - C. mempunyai daya serap yang baik terhadap kation
 - D. dapat dikenali secara morfologis organ-organ makhluk hidup pembentuk humus

- 5) Kecepatan dekomposisi bahan organik dipengaruhi oleh
- A. organisme
 - B. suhu
 - C. kelembaban
 - D. semua jawaban benar

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) D
- 2) B
- 3) D
- 4) A
- 5) C
- 6) A

Tes Formatif 2

- 1) D
- 2) B
- 3) D
- 4) C
- 5) B
- 6) D

Tes Formatif 3

- 1) D
- 2) B
- 3) D
- 4) C
- 5) B

Daftar Pustaka

- Enquette Kommission. (1994). *Schultz der Gruenen Erde*. Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft and Erhalt der Waelder. Economica Verlag, Bonn.
- Handoko (Ed.). (1995). *Klimatologi Dasar, Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan (Unsur-unsur Iklim)*. Jakarta: Pustaka Jaya.
- Hladik, C.M. dan A. Hladik. 1972. *Utilization d'un balloon captive pour l'etude du Covert Vegetal en forest Dense Humid*. *Adansonia* 19:325-336.
- Jacobs, M. (1988). *The Tropical Rain Forest, a First Encounter*. Springer Verla Berlin.
- Longman, K.A. dan J. Jenik. (1974). *Tropical Forest and Its Environment*. London: Longman.
- Oldeman, L.R., Las, I. dan Darwis, S.N. (1979). *An Agroclimatic Map of Sumatra*. Bogor: Contr. Centr. Res. Inst. Agric. 52:1-35
- Richards, P.W. (1957). *The Tropical Rain Forest an Ecological Study*. London: Cambridge Univ. Press.
- Sanchez, P.A. (1992). *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. Terjemahan. Bandung: Penerbit ITB.
- Smith, R.L. (1992). *Elements of Ecology*. 3rd Ed. New York: Harpercollins Pub.