

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi dan Ekologi Chiroptera

Kelelawar adalah kelompok dari mamalia yang sukses beradaptasi di permukaan bumi saat ini, hal ini dibuktikan dengan jumlahnya yang relatif besar dari kelompok mamalia setelah bangsa Rodentia. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan terdapat hampir 178 marga dan 926 jenis. Kelelawar adalah kelompok hewan yang tersebar dimana-mana kecuali pada wilayah zoogeografis Artik dan kutub. Menurut Medway (1983) kelompok Chiroptera mencapai 44 % dari total fauna mamalia yang terdapat di Borneo. Meskipun kelelawar sering ditemukan di daerah sedang tetapi kemelimpahannya tinggi di daerah tropis dan subtropis (Voughan *et al.*, 2000).

Terdapat dua anak bangsa, yaitu Megachiroptera yang di dalamnya terdapat suku Pteropodidae, dan anak bangsa Michrochiroptera yang mempunyai 17 suku. Kelompok Megachiroptera tidak sekelompok dengan Microchiroptera. Hal ini disebabkan karena kemampuan melihat dan struktur kepala (otak) yang berbeda dengan Michochiroptera. Ciri seperti ini sama dengan ciri kelompok Primata, Dermoptera, dan Tupai pohon. Untuk itu diperlukan data molekuler untuk mengetahui hubungan filogenetik dari kelompok ini (Voughan *et al.*, 2000).

Pada dasarnya terdapat dua perbedaan fungsional antara anak bangsa Megachiroptera dan Microchiroptera. Megachiroptera tidak melakukan hibernasi meskipun terdapat beberapa kelelawar pemakan nektar yang akan memasuki fase hipothermia dengan rata-rata metabolisme yang sangat rendah, sedangkan Microchiroptera melakukan hibernasi yang sangat panjang. Microchiroptera mempunyai kemampuan ekolokasi, yaitu kemampuan orientasi dengan menggunakan gelombang suara yang digunakan untuk terbang dan menangkap serangga sedangkan Megachiroptera hanya menggunakan kemampuan penglihatan dan penciuman, kecuali marga *Rousettus* yang mempunyai kemampuan ekolokasi (Voughan *et al.*, 2000).

B. Megachiroptera

Anak bangsa Megachiroptera yang terdapat di dunia mempunyai 42 marga dan 169 jenis (Nowak, 1994) sedangkan menurut Suyanto (2001), di Indonesia anggota dari anak bangsa ini ada 21 marga dan 72 jenis. Anggota suku ini dikenal sebagai pemencar biji, penyerbuk bunga (*Eonycteris*, *Macroglossus*, *Syconycteris*) dan penghasil pupuk guano (Lalai kembang *Eonycteris spelaea* dan Pentae'n Coboe *Penthetor lucasi*). Megachiroptera merupakan *phytophagous* atau pemakan buah-buahan, bunga (nektar dan polen) atau dedaunan sebagai sumber pakannya.

Anak bangsa Megachiroptera mempunyai satu suku yaitu Pteropodidae. Suku ini memakan dua tipe makanan. Salah satu kelompoknya adalah kelompok pemakan buah yang didalamnya juga pemakan nektar dan polen. Karena

perbedaan pakan di dalam suku Pteropodidae, maka suku ini dibagi atas dua anak suku, yaitu pemakan buah yang dimasukkan ke dalam anak suku Pteropodinae dan pemakan nektar masuk ke dalam Macroglossinae (Kirsch *et al.*, 1995). Anak bangsa dari Macroglossinae terdiri dari marga *Eonycteris*, *Megaglossus*, *Syconycteris*, *Melonycteris*, dan *Notopteris*. Menurut Corbet and Hill (1992), Megachiroptera terdiri atas empat suku yaitu Pteropodidae, Harpyionycterinea, Nycticneninae, dan Macroglossinae. Beberapa marga *Nyctimene* bahkan memakan serangga.

Kelelawar pemakan buah atau codot mempunyai mata yang besar dan menonjol seperti cahaya merah pada malam hari. Bentuk telinga relatif kecil dan sederhana. Moncong terlihat seperti bentuk anjing, tanpa modifikasi dan lipatan-lipatan. Lubang hidung berkembang dengan baik, terkadang lubang hidung berbentuk seperti pipa. Ekor pendek atau tidak ada dan membran interfemoral relatif sempit (Payne *et al.*, 2000).

Ukuran kepala dan panjang tubuh bervariasi mulai dari 50 hingga 400 mm tergantung dari jenisnya. Ekornya pendek bahkan kadang menghilang kecuali pada marga *Notopteris*. Kelompok kelelawar dewasa mempunyai rentang berat mulai dari 15 gram untuk pemakan nektar dan lebih dari 1.500 gram untuk kelelawar pemakan buah (Nowak, 1994).

Kelompok pemakan buah mempunyai susunan gigi yang sempurna, dengan taring pada umumnya panjang. Sedangkan kelelawar yang memakan buah

yang relatif keras mempunyai taring yang pendek (Voughan *et al.*, 2000). Gigi kelelawar beradaptasi sesuai dengan bentuk dan struktur makannya (Lekagul and Mcneely, 1977).

Kelelawar pemakan buah dapat mengetahui makanannya dengan menggunakan indera pembau dan lokasi dirinya dengan penglihatan. Mata kelelawar pemakan buah sangat unik karena di dalam retinanya berbentuk proyeksi sehingga akan memperbesar area karena reseptor terkumpul. Hal ini membantu kelelawar untuk melihat pada malam hari (Lekagul and Mcneely, 1977).

C. Perilaku Makan

Hampir 260 jenis kelelawar ke dalam kelompok frugivorous dan nektavorous. Frugivorous adalah kelompok hewan pemakan buah-buahan sedangkan nektavorous adalah kelompok hewan pemakan nektar. Kelompok tersebut masuk ke dalam suku Pteropodidae di dalam area *Old World* dan beberapa anak suku dari Phyllostomidae di dalam area *New World* (Nowak, 1994).

Mamalia yang termasuk frugivorous cenderung membawa, memakan, dan menelan buah kemudian mensekresikan feses yang mengandung biji (Gambar 2). Biji yang termakan biasanya cenderung mempunyai rata-rata waktu semai lebih tinggi daripada biji yang tidak termakan (Voughan *et al.*, 2000).

Moermond and Denslow (1985) menjelaskan bahwa mamalia frugivorous harus memakan sebanyak dua gram buah setiap gram berat tubuh. Flemming

(1988) memperkirakan bahwa *Carollia perspicillata* membutuhkan 4,7 kilokalori /malam mg dan 14 miligram nitrogen dari protein untuk menyeimbangkan energinya. Selain itu, kelelawar akan memakan enam buah *Chlorophora tinctoria* dan 80 buah *Ficus ovalis*. Kelelawar membutuhkan energi dan nitrogen dengan mengkombinasikan makanannya. Oleh karena itu, kelelawar akan mengurangi aktivitas hariannya hanya untuk aktivitas makan guna mendapatkan protein tinggi (Flemming,1988).



Gambar 2. Kelelawar membawa buah (sumber: Nina fascione and Aza Bat Taxon Adviosary group, 1995)

D. Kelelawar dan Kiropterokori

Buah mempunyai daya tarik sehingga kelelawar dapat tertarik untuk datang dan melakukan interaksi. Hal ini jelas tergantung dari kesukaan kelelawar tersebut. Buah mempunyai variasi rasa dan kekerasan antara masam keras hingga manis lunak. Kelelawar mempunyai perilaku dan indera yang dapat

mengetahui hal ini. Kelelawar pemakan buah mempunyai organ olfaktori yang tajam. Buah yang disukai oleh kelelawar cenderung berbau apek (Pijl, 1990).

Kelelawar pemakan buah pada umumnya akan menelan biji yang relatif kecil dan memuntahkan biji yang besar. Buah yang dimakan adalah bagian daging buahnya saja. Biji akan dimuntahkan sewaktu kelelawar terbang. Jarak pemencaran biji oleh kelelawar bisa mencapai 200 m. Jenis yang lebih besar (*Pteropus*) dapat membawa mangga yang berat, tetapi jenis-jenis lain mempunyai batas mengangkut yang relatif rendah (Pijl, 1990) (Tabel 1).

Tabel 1. Perbandingan ciri-ciri Kiropterikori

Kelelawar buah	Buah yang dipencarkan oleh kelelawar
<ul style="list-style-type: none"> • Kunjungan malam, pandangan terbatas, buta warna 	<ul style="list-style-type: none"> • Posisi terbuka, jarang berbau busuk, jarang keputih-putihan
<ul style="list-style-type: none"> • Indera pembau baik, lebih suka bau fermentasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Apek, masam, dan bau tengik
<ul style="list-style-type: none"> • Agak besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Diaspora agak besar
<ul style="list-style-type: none"> • Geraham yang tumpul memeras cairan buah, usus sederhana, pendek, menyebabkan bobot badan rendah, 	<ul style="list-style-type: none"> • Perlindungan lemah, diaspora mengandung banyak cairan, cairan mudah dicernakan
<ul style="list-style-type: none"> • Biji dan daging kebanyakan diludahkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Bagian yang keras mungkin besar
<ul style="list-style-type: none"> • Sistem sonar lemah, kunjungan kedalam tajuk pohon sukar dilakukan 	<ul style="list-style-type: none"> • diaspora dipamerkan diluar tajuk yang rindang

(Sumber: Pijl, 1990)

Tumbuhan yang paling populer bagi kelelawar adalah Palmae (termasuk kurma) yang pembentukan buahnya secara terorganisasi, Moraceae (termasuk *Ficus* spp.), Chrysobalanaceae, Annonaceae, Sapotaceae, Anacardiaceae. Beberapa Leguminosae juga dipencarkan secara kiroptekori (Pijl, 1990).

E. Analisis Pakan

Analisis pakan kelelawar sangat penting untuk mengetahui banyak aspek dari kelelawar pemakan buah. Waktu dan ruang dari suatu daerah akan sangat mempengaruhi sumber pakan kelelawar pemakan buah serta populasi dari kelompok kelelawar ini (Flemming, 2005). Fluktuasi dari populasi meliputi struktur dan pola reproduksi sangat dipengaruhi oleh musim buah dan musim berbunga (Kunz and Parson, 2009).

Dalam perkembangannya, terdapat dua teknik analisis pakan kelelawar yaitu, teknik konvensional dan isotop. Teknik konvensional adalah teknik analisis pakan dengan cara investigasi keberadaan bunga dan buah, analisis feses dan kandungan isi perut, observasi langsung, analisis kimia. Sedangkan teknik menggunakan isotop digunakan untuk mengetahui tumbuhan pakan kelelawar yang spesifik (Kunz and Parson, 2009). Menurut Voigt (2009), untuk mempelajari interaksi pakan dengan kelelawar pemakan buah di ekosistem tropis dapat menggunakan *Stable Isotop Analyzer*.

Analisis secara konvensional dengan menganalisis pakan melalui cara mengetahui pakan yang dikonsumsi oleh kelelawar termasuk ke dalam metode yang sederhana. Kelelawar akan memakan sebagian buah atau seluruhnya. Beberapa kelelawar akan menggigit buah, menelan sari buah, dan memuntahkan ampasnya. Menurut Aguirre *et al.* (2003), buah mempunyai tingkat kekerasan yang berbeda, sehingga hal ini akan mempengaruhi kelelawar. Biji yang mempunyai ukuran yang relatif kecil dapat ditemukan

dalam feses misal biji *Ficus* spp. (Kunz and Parson, 2009). Biji yang ditemukan dalam feses mempunyai persentase dan warna yang berbeda pada masing-masing pengamatan (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase dan warna kandungan dalam feses kelelawar

Kenampakan	Kandungan feses (Persentase dari kandungan feses)
Kuning	84% buah mangga, 11% bunga/ polen, 5% daging buah
Hijau	70% buah mangga, 14% daging buah, 6% buah lain, 6% Ficus
	4% bunga/ pollen
Cokelat	87% buah mangga, 9% buah lain, 2% daging buah, 2% bunga/ pollen
Putih	57% daging buah, 37% mangga, 4% bunga, 1% Ficus, 1% bunga/ polen, dan buah lain
Hitam	26% mangga, 25% daun, 21 % buah lain, 20 % Ficus, 4% daging buah, 4% bunga/ pollen

(Sumber: Enwistle abigail C. dan Nadia C., 1997)

F. Pakan Kelelawar

Kelelawar pemakan buah pada umumnya adalah pemakan buah. Namun pada beberapa kasus juga ditemukan kelelawar yang memakan nektar, daun, serangga, dan vertebrata kecil (Kunz, 1996).

Buah mempunyai senyawa seperti feromon pada hewan yang dapat menarik hewan untuk mengadakan interaksi. Senyawa itu meliputi terpenoid, alkaloid, dan fenol. Senyawa tersebut berasal dari hasil metabolisme sekunder tumbuhan (Harborne, 1988).

Buah mempunyai aroma yang berbeda-beda. Aroma buah berasal dari zat kimia yang dikeluarkan oleh buah. Aroma inilah yang akan menarik kelelawar

untuk mendekati buah. Kelelawar mempunyai spesifikasi tinggi terhadap pakannya. Hal ini dikarenakan organ olfaktori yang berkembang sangat baik. Buah mengandung tiga komponen gula penting yang berbeda sesuai dengan proporsi masing-masing buah yaitu, glukosa, fruktosa, dan sukrosa. Komponen inilah yang digunakan kelelawar untuk melangsungkan aktivitasnya, salah satunya adalah aktivitas laktasi pada kelelawar betina (Elangovan *et al.*, 2010).

G. Buah (*Fructus*)

Buah adalah ovarium yang sudah mengalami pematangan. Secara morfologi buah tersusun dari beberapa bagian bunga. Buah berkembang karena proses polinasi, aktivitas dari asam Indolestik, dan bahan pertumbuhan yang lain. Buah merupakan alat bantu perkembangbiakan dalam siklus generatif (Weier *et al.*, 1950).

Menurut Tjitrosoepomo (2000), pada pembentukan buah, ada kalanya bagian buah selain bakal buah ikut tumbuh dan merupakan suatu bagian pada buah, tetapi pada umumnya setelah terjadi penyerbukan dan pembuahan bagian – bagian tersebut menjadi layu. Buah yang semata-mata terbentuk dari bakal buah disebut buah sejati. Sedangkan buah yang bagian bunga yang lain mengambil bagian juga disebut buah semu (Gambar 3).

Buah semu dibedakan atas tiga macam, yaitu buah semu tunggal, semu ganda, dan semu majemuk. Sedangkan buah sejati dibedakan atas buah sejati tunggal,

buah sejati ganda, dan buah sejati majemuk. Buah sejati selanjutnya dibagi lagi atas buah sejati tunggal kering yang sering dilihat pada buah kacang tanah dan buah sejati tunggal yang berdaging seperti pada buah apel (*Mallus spp.*) (Tjitrosoepomo, 2000).

Menurut Weier *et al.* (1950), buah-buah itu mempunyai beragam, sehingga sukarlah rasanya untuk menyusun suatu skema pengelompokan yang dapat mencakup semua macam buah yang telah dikenal orang. Belum lagi adanya kekeliruan-kekeliruan yang mempertukarkan pengertian biji dan buah (misal: 'biji' jagung, yang sesungguhnya adalah buah secara botani). Baik buah sejati (yang merupakan perkembangan dari bakal buah) maupun buah semu, dapat dibedakan atas tiga tipe dasar buah, yakni, buah tunggal, yakni buah yang terbentuk dari satu bunga dengan satu bakal buah, yang berisi satu biji atau lebih. buah ganda, yakni jika buah terbentuk dari satu bunga yang memiliki banyak bakal buah. Masing-masing bakal buah tumbuh menjadi buah tersendiri, lepas-lepas, namun akhirnya menjadi kumpulan buah yang nampak seperti satu buah. Contohnya adalah sirsak (*Annona*). buah majemuk, yakni jika buah terbentuk dari bunga majemuk. Dengan demikian buah ini berasal dari banyak bunga (dan banyak bakal buah), yang pada akhirnya seakan-akan menjadi satu buah saja. Contohnya adalah nanas (*Ananas*), bunga matahari (*Helianthus*).

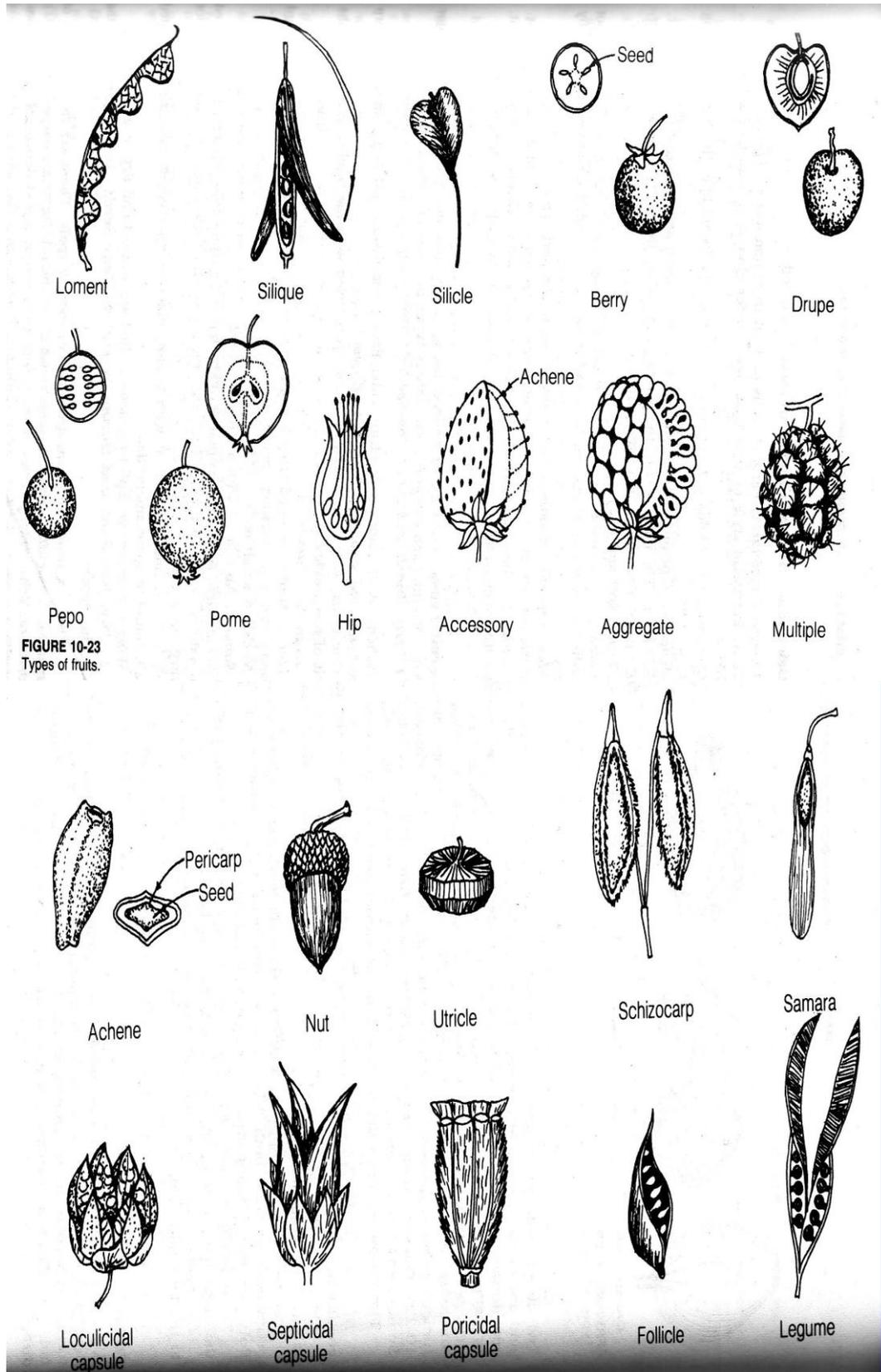


FIGURE 10-23
Types of fruits.

Gambar 3. Macam macam bentuk buah (Sumber: Jones and Luchsinger, 1987)

Buah yang berdaging (*Fleshy*) sering kali dapat dibedakan menjadi tiga ruangan yaitu (Gambar 4):

1. Kulit luar (*Exocarpium* atau *epicarpium*)

Lapisan ini adalah lapisan yang terletak di sebelah paling luar.

Mempunyai lapisan yang tipis dan seringkali kuat seperti kulit dengan permukaan yang licin.

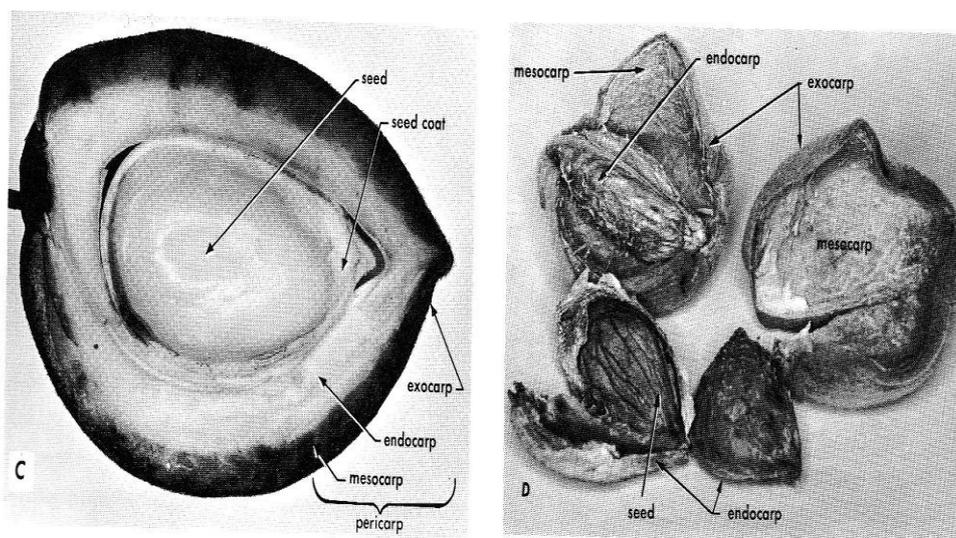
2. Kulit tengah (*Mesocarpium*)

Bagian ini mempunyai bentuk yang tebal berdaging atau berserabut.

Kemudian lapisan ini dapat dimakan, misalnya mangga (*Mangifera indica* L.).

3. Kulit Dalam (*Endocarpium*)

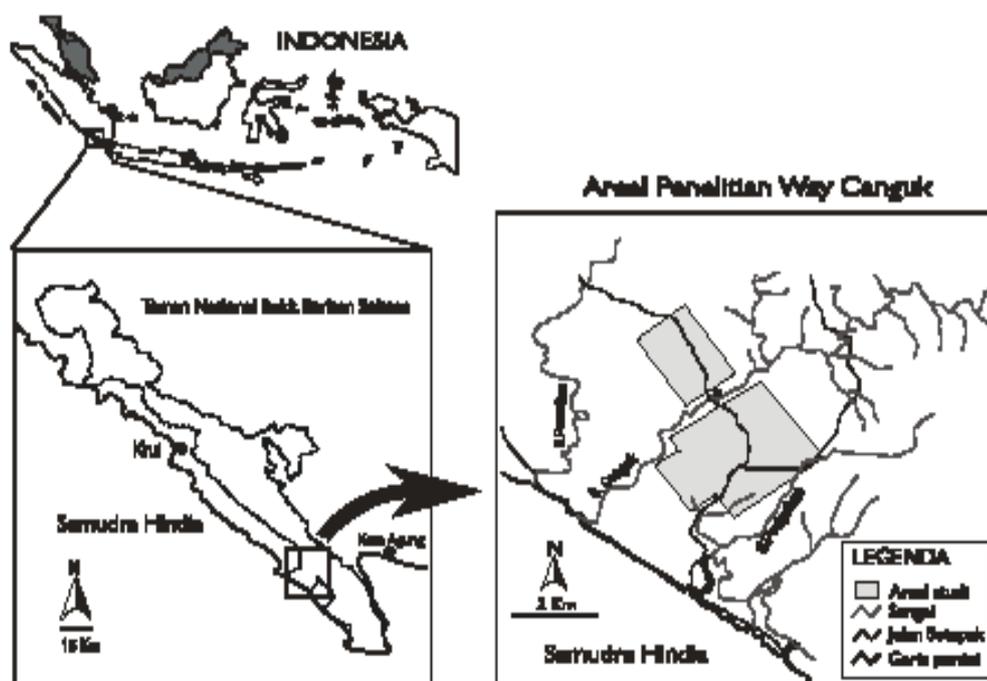
Kulit ini adalah batas ruang yang mengandung biji. Bagian ini seringkali cukup tebal dan keras.



Gambar 4. Ruang-ruang pada buah (Sumber: *Weier et al.*, 1950)

H. Lokasi Penelitian

Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) merupakan kawasan lindung terbesar ketiga (3.568 km²) di Sumatra. TNBBS berlokasi di ujung barat daya (4°31' – 5°57' LS dan 103°34' – 104°43' BT), taman nasional terbentang di propinsi Lampung (82% dari luas taman nasional) dan Bengkulu lebih dari 150 km sepanjang Bukit Barisan (Gambar 5).



Gambar 5. Lokasi penelitian Way Canguk, TNBBS (WCS-IP, 2001)

TNBBS merupakan hutan hujan dataran rendah terluas yang tersisa di Sumatra dan merupakan sumber air untuk barat daya Sumatra. TNBBS dibatasi oleh perkampungan, perkebunan tanaman pertanian dan kelapa sawit. Bentuknya yang tipis memanjang menciptakan batas kawasan sepanjang lebih dari 700 km dan perambahan untuk penebangan dan perkebunan menjadi masalah utama.

Dua jalan lintas membagi taman nasional di sebelah utara dan selatan. TNBBS juga dikenal sebagai wilayah penting bagi konservasi mamalia besar Sumatra, khususnya harimau, badak dan gajah (WCS-IP, 2001).

Sejak berdirinya TNBBS pada tahun 1981, masih sangat sedikit survei yang sudah dilakukan untuk mendokumentasikan flora dan fauna di kawasan tersebut. Pada tahun 1995, WCS-IP melaksanakan survei sistematis yang pertama di kawasan TNBBS serta studi literatur tentang berbagai survei yang pernah dilakukan di dalam dan sekitar kawasan. Survei tersebut mencatat 44 jenis mamalia (dengan sedikit jenis tikus dan kelelawar) dan 276 jenis burung. Suatu proyek kerjasama antara PHKA/EU telah mengembangkan basis data SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk BBS dan melaksanakan beberapa survei awal pada tahun 1997. Survei di hutan perkebunan dekat Krui telah menambah pengetahuan tentang satwa di bagian utara kawasan. Survei-survei lain yang dilaksanakan saat patroli anti perburuan badak (RPU) juga menambah pengertian sebaran badak dan harimau di dalam kawasan TNBBS (WCS-IP, 2001).

Pada bulan Maret 1997, WCS-IP dan PHKA membangun sebuah stasiun penelitian di Way Cangkok yang terletak di antara Desa Way Heni dan desa *enclave* Way Haru. Tujuan pembangunan tersebut adalah membuat sebuah stasiun penelitian tempat penelitian lapangan jangka panjang dan pelatihan dalam suasana lapangan yang menyenangkan (WCS-IP, 2001).

Areal penelitian Way Canguk terletak pada 5° 39' 325" LS dan 104°24'21" BT, dengan ketinggian berkisar antara 0-100 mdpl. Areal penelitian yang mengelilingi stasiun mempunyai luas 9 km² dan didalamnya terdapat hutan primer, hutan terbakar dan hutan yang terganggu secara alami dan dipisahkan oleh sungai Way Canguk. Selain itu juga areal penelitian tersebut sebagian besar merupakan rangkaian hutan primer yang masih baik dan merupakan daerah yang terganggu akibat pembalakan liar dan penggunaan lahan untuk pertanian (WCS-IP, 2001).

Ada lebih dari 290 jenis pohon di plot pengamatan fenologi dan tambahan sekitar 40 jenis pohon lain diluar plot fenologi. Hutan di sekitar stasiun penelitian Way Canguk merupakan mosaik antara hutan yang rusak, hutan sekunder yang sedang tumbuh dan sisa-sisa hutan primer. Keberadaan hutan primer dapat diamati dari adanya jenis-jenis Dipterocarpaceae yang diwakili oleh *Dipterocarpus* spp., *Shorea* spp., dan *Anisoptera costata* yang biasanya membentuk hutan bertajuk tinggi dan rapat dengan bagian bawah yang penuh dengan pancang dan anakan jenis-jenis tersebut. Hutan sekunder ditandai oleh jenis-jenis yang intoleran terhadap naungan yang tumbuh menjadi pohon yang sangat besar misalnya randu hutan (*Bombax valetonii*), tabu (*Tetrameles nudiflora*) dan benuang (*Octomeles sumatrana*) keduanya termasuk suku Datisceae (WCS-IP, 2001).

Di daerah yang terbakar pada kebakaran hutan tahun 1997 umum dijumpai tumbuhan perintis seperti *Macaranga gigantea*, *Mallotus peltatus*

(Euphorbiaceae), benuang dan tabu, jabon (*Anthocephalus chinensis*), dan anggrung (*Trema orientalis*, Ulmaceae). Beberapa jenis lain yang merupakan pohon berkanopi tinggi di luar suku Dipterocarpaceae adalah kedaung (*Parkia roxburgii*), sindur (*Sindora leiocarpa*) keduanya termasuk suku Fabaceae, lumpang batu (*Heritiera javanica*, Sterculiaceae), beberapa suku Moraceae yaitu jenis *Ficus* (*F. altissima*, *F. stupenda*, *F. kerkhovenii*) (WCS-IP, 2001).

Di bawah pohon-pohon tersebut adalah jenis-jenis pohon kanopi tengah seperti *Aglaia* spp. dan *Dysoxylum* spp. (Meliaceae) yang merupakan sumber pakan bagi berbagai jenis hewan seperti rangkong, bajing dan primata. Pohon di kanopi tengah lainnya yang penting sebagai sumber pakan adalah jenis-jenis Annonacea (seperti kenanga *Cananga odorata*, *Mitrephora polypyrena*, dan *Polyalthia* spp.), Euphorbiaceae (*Baccaurea* spp., dan *Drypetes* spp.). Euphorbiaceae adalah famili yang paling banyak jumlah jenisnya di hutan sekitar (WCS-IP, 2001).

Selain pohon juga terdapat tumbuhan lain seperti liana yang diwakili oleh suku Menispermaceae, Apocynaceae, Annonaceae, Dilleniaceae dan lain sebagainya. Epifit diwakili oleh jenis-jenis paku, anggrek dan Rubiaceae (*Myrmecodia* sp.). Sedangkan herba penutup tanah yang umum adalah *Scindapsus* sp. (Araceae), *Geophila repens* dan *Argostema havilandii* (Rubiaceae), Begoniaceae, Poaceae, dan Commelinaceae yang diwakili oleh genus *Polia* spp. (WCS-IP, 2001). Daftar tumbuh-tumbuhan yang terdapat di dalam plot penelitian ditampilkan di dalam lampiran.